Açude "Quixeramobim"

Memoria Justificativa apresentada ao Ex.mo Sr. Inspector das Obras Contra as Sêccas.

Em virtude de razões physico-sociaes varias, alguns Estados do Norte se retardam sensivelmente no movimento evolutivo da Nação. Entre esses sobresaem os que têm seu territorio enquadrado na zona sêcca ou, melhor, semi-arida do N. E. E' facil verificar; as causas que determinam a lentidão do progresso nesta zona rezidem principalmente, senão exclusivamente, na penuria ou contingencia das precipitações pluviometricas, impedindo o incremento das principaes industrias locaes—agricultura e criação de gado. Ora, salvo condições especiaes, as industrias referidas, que precederam a todas as outras, constituem a base do desenvolvimento social de quasi todas as nações. Como estamos nas condições geraes, portanto, impõe-se-nos urgentissima a necessidade de lhes proporcionar os meios de franca e rapida expansão, a fim de nos ser possivel marchar parallelamente aos prosperos Estados do sul, na senda do progresso material, que trilham desassombradamente.

Não é isto uma utopia de visionario optimista, pois não custa demonstrar que as nossas terras aridas ou semi-aridas estão em melhores condições, sob o ponto de vista agricola, do que as de algumas nações que conseguiram modificar brilhantemente as aptidões productivas das suas. Abundam os exemplos em toda a parte do mundo: regiões aridas foram modificadas pelo esforço humano no sentido de se lhes proporcionar regularmente

a humidade precisa ás culturas de todas as especies, diminuindo por esta fórma os entraves ao progresso material e social de muitos povos, o que se deve considerar uma grande conquista civilizadora. De facto, uma extensa região dos Estados Unidos da America do Norte apresenta condições physicas muito inferiores ás nossas; toda a zona ali chamada—arida, isto é, onde chove menos de $500^{m/m}$ por anno, cobrindo cerca de 3 milhões de K^2 ou quasi 40% da superficie total do paiz, offerecia, até bem pouco tempo, um quadro desolador e triste. Só pequenos tratos de terreno á margem dos riachos offereciam miseraveis condições de vida a uma população escassa. As raras chuvas, distribuidas com grande irregularidade, não permittiam nenhum cultivo. Em alguns pontos, a média annual das precipitações pluviometricas é inferior a 4" como no Texas, Hill, Yuma etc. Entretanto, aquella região, quasi deserta e summamente esteril pela seccura do ar, offerece hoje o mais bello e surprehendente espectaculo de verdura, graças aos trabalhos perseverantes e intelligentemente orientados de um povo energico, cheio de estimulo e iniciativa, digno da nossa admiração e, sobretudo, digno de exemplo. Na India, no Egypto, na Argelia, na Espanha, na França, na Italia, no Chile e mesmo em nossa vizinhança—na Republica Argentina, podemos encontrar outros tantos exemplos do esforço humano vencendo as leis naturaes, modificando as aptidões productivas de extensas superficies de territorios, transformando enormes tratos de terreno, caracterizados physicamente pela insufficiencia mais ou menos completa de fontes d'agua doce, quasi privados de precipitações pluviaes ou tendo as de uma maneira extremamente irregular de modo a torna-los improprios ao desenvolvimento da vegetação e da população animal, em magnificos jardins, vergeis, pomares, prados artificiaes, vastos campos onde se cultiva toda a sorte de vegetaes uteis e se criam todas as especies de animaes valiosos.

O segredo de tão bellas transmutações está somente nos meios de proporcionar a agua sufficiente ao desenvolvimento vegetativo da vida. Por toda parte onde ha

agua com certa abundancia, o paiz é rico, a vegetação vigorosa e luxuriante, a população numerosa ; onde ella é pouco abundante, como entre nós, a riqueza publica é precaria, a vegetação acanhada, o solo maninho, a população escassa e martirizada se desenvolve penosamente e emigra em grande parte ; onde falta, tem-se o deserto com todo o seu triste cortejo de desolação. De uma maneira geral, póde-se admittir que nenhuma terra é esteril, se lhe é possivel proporcionar agua com maior ou menor abundancia. Basta observar o contraste profundamente incisivo entre os oasis, cuja extrema fertilidade parece eterna, com o deserto que o cerca, composto dos mesmos elementos terrosos, sob as mesmas condições climatericas, mas inteiramente destituido de humidade. Krautz friza e repete esta verdade, nestes termos: «Não ha terreno que se não torne productivo pela irrigação». E', pois, de agua com abundancia que precisamos, para tornar productivas as nossas ricas varzeas e os nossos bellos campos.

A questão, portanto, resume-se em, imitando os povos adeantados na civilização, proporcionar a agua necessaria ao desenvolvimento da vegetação e das culturas uteis. Tudo o mais são consequencias fataes que, logica e opportunamente, hão de surgir.

De facto, o processo por excellencia em toda parte adoptado para se conseguirem tão bellos resultados, essa surprehendente modificação na capacidade productiva do terreno e seu consequente desenvolvimento material, e moral, foi a instituição de systemas racionaes de irrigação.

Está universalmente reconhecido que o grande problema nacional consiste no augmento da população. Mesmo para esta região arida do paiz, em particular, que occupa cerca de dez ou mais por cento da superficie total da Republica, é este, indirectamente, o magno problema. Isto não se discute nem se demonstra, porque, sendo mais claro do que a luz diurna, fere todas as vistas, todas as comprehensões. Mas uma dada população só poderá crescer ou por desdobramento ou pelo concurso de elementos estranhos, isto é, pela immigração estran-

geira. No primeiro caso, por maior que seja a fecundidade, o processo é lento e não satisfaz ás nossas aspirações de progresso. O segundo, para se tornar efficaz, exige condições favoraveis de vida, condições essas que, para nós, consistem quasi exclusivamente em offerecer terras salubres, ferteis, providas dos elementos necessarios a permittir o desenvolvimento dos mais aperfeiçoados methodos de agricultura, descansando sob o regimen de uma administração seria e, sobretudo, independente de qualquer caracter aleatorio. Ora, temos terras ferteis e saluberrimas, magnificamente situadas sob o ponto de vista commercial, e, politicamente, amparadas por uma constituição liberal; mas falta-nos ainda um elemento importante para preenchermos por completo o quadro de todas as condições exigidas. O elemento de que carecemos consiste no estabelecermos os meios necessarios a assegurar uma perfeita distribuição de humidade precisa a todas as exigencias da industria agricolo pecuaria, tornando-a, bem como todo o variado cortejo das que della decorrem, absolutamente independente das irregularidades que caracterizam o nosso clima. Taes meios, já os conhecemos, têm provado os mais brilhantes successos em todos os climas e em todos os tempos; consistem na **irrigação systematica.** E', pois, em torno da questão de irrigação que devem gravitar todas as nossas attenções, todos os nossos cuidados, porque nella está contido o segredo de nossa prosperidade material e moral.

Comprehendendo esta questão com admiravel lucidez, diz o engenheiro F. A. Soldano: «em toda a parte, na Republica Argentina, como no resto das comarcas aridas ou semi-aridas do mundo inteiro, o problema da irrigação é hoje problema de colonização, problema de população».

Como desejamos a prosperidade material e moral que especifica as sociedades modernas, da qual somos dignos por todos os titulos, e, não nos sendo praticamente possivel obtê-la simplesmente á custa do crescimento vegetativo da população indigena, devemos apparelhar-nos com os mais adeantados systemas de irrigação e mais

aperfeiçoados methodos de cultura, a fim de que nos habilitemos a um desenvolvimento rapido da civilização pela incorporação de immigrantes uteis, com pratica de trabalho agricola e que alimentem ambições de um bem-estar que não fruiam em suas patrias.

Nos Estados Unidos da America do Norte—paiz que nunca é demais citar pela grandiosidade de seus exemplos, comprehensão clara e nitida de todos os phenomenos sociaes modernos,—as terras desertas do Oeste, depois de melhoradas pela irrigação e admiraveis processos de cultura racional do solo, rapidamente se vio crescer a população daquella região, á razão de 100.000 habitantes por anno nos primeiros tempos, apezar da maior importancia das industrias extractivas, unicas que alli mantinham anteriormente o pequeno contingente humano. Actualmente, mais de uma dezena de milhões de almas dispõe de 14 milhões de hectares (Soldano) de terras irrigadas, produzindo admiravelmente todos os artigos compativeis com o clima da região. As grandes obras hydraulicas construidas e em construcção, com o fim de proporcionar a agua necessaria á irrigação dessas terras aridas, representam um capital fabuloso, porém util e sabiamente despendido. O **Reclamation Service**, nos cinco primeiros annos de existencia, despendeu, somente em grandes obras de irrigação, mais de 43 milhões de dollars, isto é, cerca de 150.000 contos de réis! Entretanto, nos Estados Unidos, o problema apresenta um caracter differente do nosso; falta-lhe essa imperiosa necessidade de resalvar da morte pela fome uma população assás consideravel, como a que habita o NE brasileiro. O oeste americano não era senão fracamente povoado, e o governo nunca teve em vista attender ás necessidades da população, porém sim alargar o campo da actividade nacional e a riqueza publica, apparelhando com os elementos precisos todas as terras susceptiveis de cultura.

Emquanto o objectivo americano resumia-se na solução de um problema de previdencia nacional, o nosso objectivo deve, não somente encerrar aquella solução,

como tambem resolver um outro muito mais grave, imperioso e urgente: salvar um povo que, periodicamente, morre á fome.

Na India, onde a questão social se assemelha á nossa, já é consideravelmente vasta a area irrigada, ora desviando dos rios perennes as aguas, por meio de canaes colossaes, ora captando-as em açudes de todos os tamanhos, ora buscando-as ao seio da terra por meio de cisternas e poços. O phenomeno climaterico das sêccas na India sempre encontrou uma população enorme para martyrizar; mas, actualmente, graças á intelligente intervenção ingleza, dispõe o paiz de uma vastissima area de terras melhoradas pela irrigação que vae, cada vez mais, neutralizando o seu effeito pernicioso. Os formidaveis trabalhos hydraulicos, espalhados por todas as zonas aridas da peninsula, têm frequentemente salvo da morte pela fome milhões de indigenas e proporcionado ao Governo inglez rendas consideraveis. Em alguns logares, como na presidencia de Madras, as obras de irrigação davam lucros liquidos que chegavam a 87 % do capital empregado! Para avaliar a importancia dessas obras, basta-nos lembrar que, somente entre os annos de 1874 a 1881, o governo despendeu com ellas cerca de 325.000 contos de réis e que nesse espaço de tempo produziram em renda liquida cerca de 70.560 contos de réis, afóra os inestimaveis serviços prestados durante as grandes sêccas, impedindo perdas consideraveis de capitaes e salvando á morte milhares de vidas humanas.

No Egypto, cuja população é mais densa do que na Belgica (409 habitantes por K^2 nas terras cultivadas e 289 em todo o territorio) e onde não ha quasi precipitações pluviaes, a vida não seria possivel se não fosse o concurso inestimavel da irrigação artificial obtida á custa das aguas do Nilo. Esse paiz pequeno, que seria um deserto aspero e maninho, como o são todas as regiões limitrophes, abriga e alimenta fartamente cerca de dez milhões de almas que cultivam em cerca de 2.400.000 hectares de terras irrigadas uma grande variedade de culturas notaveis pelo seu valor mercantil.

Na Espanha, vastos tratos de terreno arido seriam deshabitados e completamente estereis, se não existissem as grandiosas obras de irrigação, desde alguns seculos estabelecidas naquella região.

São justamente estes terrenos aridos que, graças á irrigação systematica e intelligentemente praticada, mais produzem e melhor e mais bello aspecto offerecem.

Na Argelia, onde as condições climatericas se assemelham em muitos pontos ás nossas, a questão de irrigação está perfeitamente comprehendida e a sua pratica estende-se constantemente, conquistando territorios aridos e improductivos, que se vão rapidamente transformando sob a acção bemfazeja da agua methodicamente distribuida. A's antigas tem-se juntado um grande numero de outras obras construidas sob as modernas regras da sciencia hydraulica. Com os trabalhos modernos se ha despendido muitos milhões de francos, já por parte do governo francez directamente, já por parte de syndicatos ou companhias subvencionadas diversamente pelo Governo.

No Chile e em muitas regiões do Perú só é possivel a agricultura onde ha canaes de irrigação.

Na Argentina, a irrigação é indispensavel á prosperidade de uma vasta zona, cujo desenvolvimente é extraordinario, depois que o governo, encarando o problema sob seu verdadeiro ponto de vista, estabeleceu importantes obras hydraulicas destinadas ao aproveitamento racional das aguas dos rios.

No Japão e na China, de tradições tão antigas, somente a pratica da irrigação artificial, immemorialmente estabelecida naquellas regiões do Oriente, explica a incrivel condensação da população.

No Turquestan são notaveis os exemplos de transformação de terras desertas em oasis florescentes e prosperos, á custa da irrigação artificial.

Em muitos outros paizes, quando a irrigação não seja um elemento de necessidade extrema, uma condição **sine qua non**, é, entretanto, um poderosissimo agente de prosperidade, um importante factor da riqueza pu-

blica e, finalmente, um elemento notavel no progresso material e social.

E' por essa razão que vemo-la praticada em todos os paizes do mundo, mesmo onde as condições climatericas são assás regulares e permittem a pratica das industrias agro-pecuarias, independentemente da distribuição artificial da humidade. Citarei exemplos notaveis como a Inglaterra, a França, a Italia, a Belgica, a Russia e mesmo os Estados Unidos da America do Norte.

—

Os mais antigos povos comprehendiam o valor enorme da irrigação e praticavam-na mais ou menos perfeitamente, conforme seu grau relativo de cultura. Ahi estão para attestá-lo os vestigios de obras colossaes, demonstrando o esforço descommunal que exigiu a sua construcção numa epocha em que os recursos da sciencia eram tão escassos. O monumental lago artificial de Moeris e os canaes de irrigação do Egypto antigo, os canaes da Mesopotamia, os soberbos jardins suspensos de Babylonia, os colossaes e innumeraveis açudes da India, de que alguns, apesar de muitos seculos decorridos, ainda prestam relevantes serviços, como o de Veeram que tem 12 milhas de parede, os canaes e captações d'agua sob varios aspectos que mantinham em cultura os campos visinhos ás grandes cidades da antiguidade como Carthago, Balbek, Palmira e outras muitas, eram obras admiraveis pela sua grandiosidade e valor economico, attestando a comprehensão que tinham aquelles velhos povos do importante problema de que só agora nos occupamos. Muitas regiões outr'ora opulentas e ferteis, prosperas e ricas, cairam em profunda decadencia ou desappareceram completamente em consequencia do abandono do regimen hydraulico, fonte unica do seu antigo esplendor.

O quadro seguinte dá uma idéa do esforço empregado em cada paiz no sentido de melhorar suas terras aridas, tornando-as capazes de concorrer vantajosamente com as naturalmente irrigadas pelas chuvas regulares:

Regiões	Area suscept. de ser irrigada	Area irrig.	Porcentagem
India Britanica	87.000.000 hect.	17.841.900 hect.	21 %
E. E. U. America	96.000.000 «	14.000.000 «	15 %
Egypto	2.870.000 «	2.218.200 «	79 %
Espanha	3.200.000 «	331.175 «	10 %
Argelia	3.900.000 «	213.004 «	5 %
Argentina	28.000.000 «	724.481 «	4 %

Em vista de todos estes resultados, sempre brilhantes, repetimos, cumpre instituir sem hesitação um conjuncto systematico de obras de irrigação em toda a região arida ou semi-arida do N E brasileiro, ora represando os rios e riachos em seus cursos, ora abrindo longos canaes derivando de todos os açudes, ora perfurando o solo para ir buscar em seu seio o precioso liquido, ora, emfim, utilizando todos os engenhosos methodos de cultura racional inventados pelos americanos para permittir o cultivo nas terras sêccas.

E' assás triste que, num paiz como o nosso, cuja prosperidade depende exclusivamente das industrias agropecuarias, nada se tenha feito até hoje no sentido de melhorar as terras frescas pela irrigação regular, e proporcionar ás terras aridas os meios de produzirem com segurança. Nada se fez ainda, nem mesmo tendo em vista a salvação publica de uma extensa zona muitas vezes assolada pela fome.

Só accidentalmente se ha tratado dessa importantissima questão, quando o clamor desesperado dos que se extinguem pela fome consegue chegar aos ouvidos dos governantes. Então, as medidas postas em pratica, carecendo de um plano de conjuncto, de unidade de vistas, de firmeza e de proposito seguro a resolver um problema cuja importancia jamais procuraram comprehender, fracassam desastradamente; e, logo, dissipado o phenomeno em suas manifestações presentes, não se trata mais delle, pois que a imperdoavel imprevidencia, o peor legado da raça autochtone do paiz, domina o caracter publico inconscientemente.

Foi assim que, logo após a emancipação colonial, um Presidente do Ceará, dubia e vacillantemente, fez as primeiras tentativas, procurando despertar a iniciativa particular por meio de premios e outros favores. Muito mais tarde, por occasião de duas grandes sêccas do seculo passado, o governo imperial lançou suas vistas inexperientes para a questão, da qual não havia ainda nenhuma comprehensão nitida; e as medidas, por excellencia adoptadas, para minorar o effeito mais terrivel e immediato das duas sêccas—a fome—foram o soccorro publico, a larga distribuição gratuita, ou mediante trabalho insignificante, de esmolas e viveres de primeira necessidade. Na ultima dessas sêccas, consideravelmente desastrosa, tentou-se aproveitar melhor as esmolas publicas, empregando-se os pensionistas em obras diversas mas de pouco valor contra as consequencias fataes do phenomeno inevitavel. Em toda parte foram construidas cadeias, mercados, insignificantes barragens, e calçamento na capital.

Os resultados funestissimos dessa grande sêcca foram

tão consideraveis, que o Governo Geral, na boa intenção de fazer alguma cousa que pudesse melhorar males tão intensos, nomeou uma grande Commissão de homens eminentes para estudar, no proprio campo de acção do phenomeno, os meios de attenuar os seus effeitos e ouvir a opinião dos entendidos no assumpto. Pouco resultou dahi, no sentido de esclarecer as verdadeiras soluções do problema. Entre cousas sérias, discutiam-se disparates inqualificaveis. As condições sociaes peoraram muito depois desse anno fatal. O despovoamento do sertão pela emigração para as plagas doentias do Amazonas se iniciou e, progressivamente, tomou vulto assustador. Nada ou quasi nada se tentou praticamente para enfrentar os grandes males, de cuja volta todos tinham a mais arraigada convicção, adquirida pela observação e, sobretudo, pela tradição.

Apenas o Governo Imperial, a par do prolongamento da E. F. de Baturité e inicio da construcção da E. F. Sobral, mandou proceder ao estudo de alguns grandes açudes pelo engenheiro J. J. Revy, e resolveu a construcção do «Açude do Quixadá», cujas obras foram iniciadas em 1884. Nada porém, obedecia a um plano systematico e seguro, de sorte que, previamente, já era dado esperar o insignificante resultado dessa tentativa.

Sobrevindo em 1888 um periodo extremamente sêcco, o Governo Imperial, mais bem orientado, aproveitou com um pouco mais de criterio os soccorros publicos: foi construido, então, um grande numero de pequenos açudes disseminados por toda a superficie da provincia; porém, como ainda dessa vez as obras não obedeciam a um conjuncto racional previamente estabelecido, tudo foi absolutamente improficuo, e o mal, que se tentava combater, ainda uma vez venceu gloriosamente o esforço do homem. A emigração acentuou-se, a fortuna publica soffreu consideravel desfalque e o desanimo lavrou por toda a parte, pois todos se convenceram da inutilidade da acção publica em relação ao problema das sêccas.

De 1888 para cá, apesar dos periodos sêccos se suc-

cederem com mais frequencia, o Governo, sem um plano geral capaz de levar a convicção de seus resultados certos e seguros, só intermittentemente se ha occupado com a questão das sêccas do N E.

Entretanto, como é obvio notar, porquanto salta aos olhos a sua evidencia, esta é a magna questão, que devia preoccupar os governos que têm a obrigação insofismavel de estuda la e procurar, embora á custa de todos os sacrificios, a sua verdadeira solução, aquella que garanta um futuro sem apprehensões aos habitantes de tão infeliz zona do territorio nacional.

E' facil expor o que se fez nos longos 20 annos após a sêcca dos **tres oito** —como é popularmente conhecida a sêcca de 1888.— Os trabalhos de construcção do «Açude do Quixadá», que se proseguiam com uma lentidão e tibieza proprias das causas que não merecem fé, tiveram grande impulso; e, após periodos de desanimo e enthusiasmo successivos, foram as obras concluidas em 1906. O engenheiro chefe da commissão constructora propuzera um vasto plano de irrigação aproveitando as aguas do açude, suppondo poder contar annualmente com um supprimento regular de 25 milhões de ms^3 d'agua. Este plano foi, em parte, executado á custa de um despendio consideravel de dinheiro, pois um hectare de terra, para ser irrigado (quando o açude tiver agua sufficiente para isso), custou mais de 1:600$000, sem contar com as despesas feitas nas construcções das barragens etc.

Além destas obras, o Governo Geral, em face da rigorosissima sêcca de 1900, autorizou o chefe da construcção do «Açude do Quixadá» a encetar o serviço de açudagem nos municipios de Baturité, Maranguape e Sant'Anna do Acarahú. Em todos os pontos referidos, porém, a situação precaria continuou sensivelmente inalteravel, porque as obras, eivadas de faltas graves, já quanto á situação, já quanto ás disposições technicas, não podiam satisfazer aos fins que dellas se esperavam. Por ultimo, aquelle chefe de commissão fôra incumbido de estudar o local para um grande açude no valle do Acarape

e de organizar o projecto da obra que foi, depois, substituido por outro. Mais tarde, uma outra Commissão —«A Superintendencia de Obras contra as sêccas»—veio alliar seus trabalhos aos da commissão extincta, encarregando-se tambem de proceder á perfuração de poços etc.. As duas commissões pouco produziram, praticamente, de aproveitavel; entretanto, lançaram alguma luz sobre a questão a resolver.

Em outra ordem de idéas o Governo Geral foi mais feliz. Decretou o prolongamento das estradas de ferro de Baturité e Sobral, de modo a facilitar as communicações do alto sertão com o litoral; e conseguiu, de facto, avançar as pontas dos trilhos de algumas dezenas de kilometros. Convém lembrar, porém, que para attenuar os effeitos da sêcca, se a questão das estradas de ferro e outras vias de communicação tem grande importancia, não goza, todavia, do valor primordial, quasi sufficiente e absolutamente necessario, reservado ás obras de irrigação. Para affirmar uma verdade como esta, tão evidente, pareceria desnecessario chamar opiniões abalizadas; mas, como tenho ouvido opiniões em contrario e para maior convicção, transcrevo do notavel estadista inglez Lord Salisbury algumas linhas extraidas da sua Mensagem enviada ao Governo Geral da India, em Janeiro de 1877:

«**As obras de irrigação são, naturalmente, os remedios mais efficazes para supprir a deficiencia das chuvas**».

Não me posso furtar ainda ao desejo de citar as notaveis autoridades do assumpto: o official do Exercito Inglez Baring e a commissão encarregada de estudar a sêcca de 1898 na India O primeiro diz: «**O total ou ao menos 3/4 do credito votado para as obras protectoras contra as sêccas da India devia ser empregado nas obras de irrigação de preferencia ás estradas de ferro**». O segundo diz que, no seu modo de pensar, a «**maior parte, senão todo o credito aberto, deveria ser consagrada ás obras protectoras de irrigação**».

—

O Governo Geral não poderá eximir-se da forte responsabilidade que pesa esmagadoramente sobre seus

hombros. O argumento negativo, baseado em fracos recursos financeiros, não deve e nem póde ser tomado em consideração, porque, de todas as obras publicas que contribuem para melhorar as condições ordinarias da vida, as de irrigação, criteriosamente executadas em zonas apropriadas, são certamente as mais rendosas, quer determinando enorme valorização das terras, quer pelo augmento consideravel da producção agricola ; além de que são ellas as mais uteis, sob o ponto de vista social. De facto, diz muito bem o engenheiro C. Wauters: «as obras de irrigação são as que mais directamente asseguram o bem-estar material das populações que beneficiam, e, como consequencia immediata, criam um ambiente de moralidade geral, no qual não prosperam nem se aclimam essas temives pragas sociaes que representam estados algidos de enfermidades mal cuidadas, falta de trabalho, maus salarios, colheitas perdidas, sêccas prolongadas, fome e sêde, pobreza e mizeria. Nas regiões agricolas, em que a irrigação artificial assegura o exito completo aos multiplos ramos dessa industria, não se conhecem greves, não ha socialistas nem, muito menos, anarchistas: os agricultores nem de politica se occupam; basta que uma administração séria lhes proporcione regularmente o elemento mais importante da sua industria —a agua para o cultivo de seus campos».

Em face disto, pois, conclue-se fatalmente que as obras de irrigação são absolutamente necessarias para nos enriquecer, creando na região arida todas aquellas condições favoraveis a um desenvolvimento rapido e a uma sociedade moralizada, energica e rica.

Jamais ellas poderão ser feitas quando formos ricos, porque somente o poderemos ser por seu intermedio. Todos os outros processos serão artificiaes e ficticios, illusões que prejudicam consideravelmente o futuro desta região. Para prová-lo, ahi estão as mallogradas tentativas da instituição de industrias fabris e as oscillações assustadoras das condições geraes do commercio, ora creando crises temiveis, como presentemente, ora rapidos momentos de prosperidade ficticia, como se deu ha dois

annos. Somente as industrias extractivas têm proporcionado lucros mais ou menos seguros ou constantes, mas comprehende-se facilmente a razão disso: por sua propria natureza ellas são destinadas a um fim mais ou menos proximo, conforme o maior ou menor esgotamento das fontes exploradas.

A principal industria extractiva, entre nós, é a cera de carnaúba. Um carnaubal enfraquece dentro de poucos annos e acaba por produzir tão pouco que a sua exploração deixa de ser lucrativa. Quando todos os carnaubaes forem explorados, a exploração será maxima talvez, mas, dahi por deante, decrescerá progressivamente. Provavelmente, não deixará de haver a industria da cera de carnaúba, porém ella passará de extractiva para o cortejo das industrias agricolas, por quanto, a carnaubeira destinada á producção da cera constituirá uma cultura rendosa.

Comprehende-se agora porque toda a industria extractiva está destinada a desapparecer ou transformar-se; logo, sobre ella não se póde basear o futuro de nenhuma região.

Já o dissemos: somente a industria agricola é a base fundamental sobre que assenta toda a nossa prosperidade. Do seu desenvolvimento provirá toda sorte de progressos materiaes, delle dependendo as mais variadas industrias manufactureiras. Resulta que, ao estado de nossa industria agricola se prendem logicamente o mallogro das industrias fabris e as crises commerciaes que põem peias á nossa evolução.

Infere-se, pois, que, quando o problema da sêcca do NE estiver convenientemente conhecido, isto é, quando os nossos estadistas chegarem a se convencer das verdades hoje esclarecidas áquelles que o estudaram carinhosamente, serão lançadas com energia e com o enthusiasmo necessario as bases de um plano vastissimo de irrigação, ao qual as estradas de ferro existentes e as projectadas irão auxiliar efficazmente.

—

A distribuição das aguas meteoricas na superficie da

terra é sensivelmente variavel. Depende simultaneamente de muitos factores: circunstancias athmospherica—direcção e intensidade dos ventos que influem sobre o deslocamento dos vapores humidos, temperatura que influe sobre a evaporação e a irradiação, facies topographico, isto é, relevo do solo, direcção dos valles em relação ás correntes humidas, disposição das costas; facies geologico que influe sobre as infiltrações, permeabilidade do solo, hygroscopicidade e poder irradiante etc., conforme a natureza geologica das differentes camadas que constituem o terreno. Resalta desta irregular distribuição, que certas regiões recebem agua com abundancia, outras recebem-na em quantidade apenas necessaria aos usos agricolas, outras não a recebem senão parcamente com extrema irregularidade, outras, finalmente, são inteiramente privadas de tão importante elemento.

A acção do homem póde em grande parte influir nesta distribuição, já conseguindo um melhor aproveitamento das aguas existentes, já levando-as dos logares onde superabundam para onde é escassa ou falta inteiramente, já por meio de artificios diversos facilitando a condensação dos vapores humidos, já conservando melhor a humidade por meio de arborizações.

Foi assim que terras paludosas se tornaram habitaveis e productivas e vice-versa, terras aridas e desertas se transformaram em bellos campos de cultura, amenos e prosperos, como vimos atrás.

Fóra da zona arida, não é possivel obter-se uma idéa sufficientemente exacta e assás nitida para permittir avaliar a enormissima importancia que tem a agua para essa região. Ella representa a aspiração suprema, a condição indispensavel da vida, o producto mais precioso e caro. Ora, comprehende-se que, onde as distribuições pluviometricas são normaes, onde as fontes não cesssam nunca de supprir com regularidade todas as necessidades d'agua, onde este elemento superabunda, onde jamais se sentiu o mais leve receio ou duvida por sua falta,—comprehende-se—não será possivel dar o justo valor a esse liquido tão comezinho. Dahi a desidia dos governos e a

apathia dos governados que se deixam consumir até a morte, em vez de fazerem valer seus direitos sagrados, e é ainda por esses motivos que até hoje as populações do NE brasileiro vegetam, miseravelmente, ao sabor vário e desordenado de uma natureza inclemente.

No entanto, é relativamente facil obter a agua necessaria á todas as necessidades da região, principalmente para os usos agricolas.

—

Incalculavel é a riqueza que nos póde proporcionar a execução de um vasto plano de irrigação permittindo aproveitar com methodo todo este grande volume d'agua carregado de limo fertilissimo, que annualmente vae perder-se, inutilmente, no oceano.

Calculando em 600 m/m a queda média annual da chuva (somente no Ceará, do qual, principalmente, me occupo), e a superficie total do Estado em 148.000 kilometros quadrados, conforme o calculo planimetrico sobre o novo mappa da Inspectoria, vemos que o cubo d'agua recebido se eleva ao consideravel numero 88 800 milhões de metros cubicos. Segundo observação por mim feita em Quixadá e no Acarahú-mirim, a percentagem d'agua recolhida regula em média de 18 %, da quantidade caida, Isto significa que, dos 88 bilhões de metros cubicos d'agua caidos no Estado, poder-se-á aproveitar para irrigação cerca de 16.000.000.000 metros cubicos, isto é, uma quantidade tal que permittiria irrigar muito mais de um milhão de hectares de terras cultivadas. Resulta dahi que não fôra preciso aproveitar toda a agua caida (em média) em toda a superficie do Ceará, a fim de que pudessemos irrigar todas as terras capazes de o ser.

A percentagem de limo fertilizante, que perdemos annualmente, é consideravel e podemos mesmo avaliá-la num algarismo superior a da dos rios franceses, por causa do regimen torrencial dos mesmos. Para fazermos uma idéa aproximativa da enorme quantidade de limo que perdemos annualmente, basta observarmos o quadro seguinte:

Durance	1 k.º 454 por m³ d'agua
Var	3 « 577 « « «
Pó	1 « 600 « « «
Mississipe até.	1 « 748

Em tempos de cheia:

Senna	2 k.º 738 (Setembro de 1866)
Var	36.000 (Junho de 1865)

para vermos que podemos avaliar as nossas aguas selvagens acarretando seguramente 2,5 ko. por m³. Ora, como perdemos annualmente 16.000 milhões de m³ de agua, disperdiçamos igualmente cerca de 40 000.000 de toneladas de azoto, representando o equivalente de . . . 10 000.000 toneladas de estrume de curral.

Avalie-se o que se perde em energia hydraulica. Certamente uma quantidade tal que bastaria a todas as nossas necessidades de força, luz e calor.

Sendo um milhão de hectares a area provavelmente irrigavel do Estado, representando cerca de 6 % de sua superficie e avaliando em 250$000 o beneficio liquido que cada hectare proporciona, chegamos ao espantoso resultado de 250.000 contos de réis, como renda de todos os terrenos irrigaveis. Notando que, seguramente, 15 % desta importancia haviam de reverter aos cofres publicos em virtude de obrigações multiplas, taxas e impostos, vemos que das obras de irrigação o governo auferiria o lucro de 37.000 contos de réis. Este resultado está aquém da verdade, sendo o coefficiente de 250$000 de beneficio liquido o minimo, pois que tenho elementos para avaliá-lo, com segurança, em cerca de 400$000 Poderia ir adeante com esta demonstração, mas prefiro deixá-la á consideração dos que se derem ao trabalho de ler esta Memoria, ou dos interessados no assumpto.

A fortuna publica cresceria ainda por outros meios, assim como succedeu em todos as regiões onde se instituiu a irrigação artificial. Entre esses meios, cumpre assignalar a consideravel valorisação das terras De facto, a irrigação determina, em virtude da acção estimulante da agua rigorosamente dosada, um augmento consideravel das colheitas, facto que se torna tanto mais importante quanto mais sêcco e irregular é o clima.

Na America do Norte, terras de quasi nenhum valor, pois apenas se prestavam para uma precaria criação de carneiros, valorizaram-se consideravelmente com a irrigação, pois essas terras, conforme affirma F. C. Finkle, valem hoje de $ 1000 a $ 3000 por acre, isto é, cresceram de 100 vezes o seu valor. Em Mendoza, na Republica Argentina, os terrenos com direito á agua de irrigação custam mil vezes mais do que os privados desse beneficio. Em França, segundo M. Barral, o valor por hectare de terra irrigavel é muitas vezes quintuplo ou mesmo decuplo do das terras similares não submettidas á irrigação, e isto em uma região não sujeita a sêccas. A explicação consiste no facto da maior producção que as terras irrigaveis offerecem comparadas ás não irrigaveis. Em Bouches du Rhone, o producto bruto das terras irrigadas é de 1.500 a 3.500 francos por hectare, ao passo que é apenas de 200 a 600 francos para as terras não irrigadas. As areias das margens do Moselle, que nada rendiam, produsem hoje, depois de irrigadas, 1.300 francos por hectare. Na Italia, admitte-se que a irrigação augmenta, em média, o producto liquido das terras de 50 a 80 francos por hectare. Na Belgica, os prados irrigados produzem 6.000 kgs. de feno mais do que os não irrigados. No Egypto, as terras irrigadas produzem 60 % mais do que as simplesmente submersas pelas aguas do Nilo.

Ora, é natural concluir que o mesmo phenomeno terá logar no N E brazileiro. As terras irrigadas adquirirão um valor consideravel, talvez cem vezes maior do que têm e produzirão colheitas muitissimo mais abundantes de qualquer producto cultivado. Vemos por aqui

que fomos demasiadamente pessimistas avaliando em . . . 250$000 o producto liquido por hectare de terra irrigada.

Um facto de summa importancia surgirá indubitavelmente: o aproveitamento agricola das terras laboraveis, onde não seja possivel levar os beneficios da irrigação. A condensação da população sobretudo será o maior estimulo, mas cumpre contar com o adeantamento intellectual desta para tal fim.

O systema racional de cultura sêcca ou o **Dry Farming** tal como se pratica nos Estados-Unidos ou com as modificações que as nossas condições especiaes sugerirem, permittirá o aproveitamento de mais de um milhão de hectares.

Seguramente cerca de um terço da superficie dos Estados-Unidos é constituido por terras até ha pouco consideradas improprias á agricultura, pela insufficiencia das chuvas. Avalia se que cerca de 280 000 kms² dessa area possam ser corregidos por meio da irrigação. Mais de 1.200 000 k², não podendo receber os beneficios da irrigação, ficariam redusidos á producção irregular de pastagens, assim como vastissimos campos no Canadá e no Mexico.

Urgia, pois, procurar um processo que promovesse o aproveitamento de tão vasta região privada de irrigação. Não tardou ao genio investigador do povo norte-americano a descoberta desse processo que tem permittido tirar dos planaltos do oeste tão abundantes colheitas como dos prados ferteis do Iowa e do Illinois e muito mais abundantes do que das mais ricas terras de qualquer dos velhos Estados de Leste (J. L. Cowan). O processo póde ser applicado, com extraordinario exito, onde a média das chuvas oscillar nas proximidades de 300 m/m, produzindo melhores resultados do que ordinariamente se obtem nas regiões regularmente humidas, com chuvas superiores a 600 m/m. Resulta, pois, que poderemos opportunamente utilizar este processo admiravel em toda parte onde não fôr possivel fazer irrigação, ou onde esta fôr deficiente, contanto que as condições outras, inde-

pendentes das precipitações pluviaes, permittam a pratica de tão extraordinario methodo de cultura.

Não são somente as terras irrigadas ou as que se podem aproveitar com a cultura sêcca que se valorizam desta fórma; os terrenos que lhes são contiguos, por uma especie de acção reflexa, adquirem tambem um augmento de valor bem apreciavel. Isto que, á primeira vista, parece não ter grande importancia, representa para nós um facto notavel, porque a quantidade de terra que se valorizaria por esta fórma é mais consideravel do que o proprio terreno irrigavel. Ainda uma outra vantagem enormissima que a irrigação proporcionaria a esta terra fôra a eclosão de uma infinidade de industrias cuja materia prima seria produsida directamente nos terrenos irrigados. Dentre essas industrias, as que têm maiores probabilidades de crescimento notavel são as manufacturas de algodão, de productos da cultura do fumo e da borracha e conservas alimenticias.

De dois annos para cá, um movimento animador vem enchendo de largas esperanças os corações, e de enthusiasmo os animos dos habitantes desta região.

Este movimento representa os primeiros passos, dados ainda com uma certa hesitação, mas que trazem o germen do futuro desenvolvimento que, forçosamente, ha de ter. Um plano bem concebido, resultado da observação exacta dos factos, dos phenomenos na extensa zona arida e semi-arida do paiz, tenta-se levar a effeito, por meio da **«Inspectoria de obras contra as sêccas»** — vasta instituição, cujo fim seu proprio nome define.

O plano para cuja realização a «Inspectoria» se tem esforçado grandemente, apezar dos numerosos obices que vae encontrando, não é ainda sufficiente e completo, mas representa uma grande cousa em face do que até então se havia feito. Em largos traços, consiste em tornar perennes os cursos médios e inferiores dos principaes rios da terra arida, criando reprezas sufficientes em toda parte onde as condições locaes o permittirem com facilidade.

O plano de estudos para a vastissima bacia do rio «Jaguaribe»—um dos mais importantes na região sêcca, está em via de realização, tendo-se em vista a irrigação das admiraveis e bellissimas planicies do valle respectivo.

Fazendo parte desses estudos, está o de um local no curso medio do rio «**Quixeramobim**», tributario do «**Jaguaribe**». Esse local, situado a dois kilometros da cidade de Quixeramobim, servido pela via ferrea de Baturité, impõe-se particularmente, pela feliz occorrencia de muitas circunstancias favoraveis. Provavelmente, constituir-se-á ali um dos maiores açudes que a terra das sêccas terá. Por si só, poderá fornecer o maior contingente d'agua destinada á irrigação das planicies dos valles do Quixeramobim, Banabuiú e talvez baixo Jaguaribe.

A construcção de obra tão importante representará energica e efficaz acção do governo, na lucta empenhada contra a sêcca e seus effeitos. O valle do Quixeramobim e baixo Banabuiú transformar-se-ão sob a acção magica da irrigação systematica em riquissimas terras de aluvião. Esplendidos campos cultivados, produsindo intensamente todos os variados productos da lavoura tropical, substituirão as varzeas incultas, sêccas, desoladas e tristes que, actualmente, servem apenas á producção de minguada forragem ou fornecem á escassa população do valle incerta e má colheita de pequenas roças mal cuidadas.

Cerca de 15.000 hectares poderão ser cultivados mesmo sobrevenham dois annos sêccos. Sessenta mil almas poderão viver á custa desses campos cultivados e mais 15.000 encontrarão meios de empregar sua actividade no cultivo das vasantes e na pesca. Cerca de 5.000 pessôas poderão viver confortavelmente á custa das industrias que surgirão, como beneficiamento, dos productos agricolas e manufacturas diversas.

Assim, pois, nunca menos de 80.000 habitantes encontrarão não somente a salvação num caso de calamidade publica, consequente de grandes sêccas, mas—muito mais do que isto—encontrarão um campo vasto propicio á sua actividade, capaz de lhes proporcionar um bem-

estar, um conforto relativo que em nenhuma outra condição poderiam obter.

Isto tão somente representa um argumento valiosissimo em favor da construcção do «Açude **Quixeramobim**», situado favoravelmente na parte média de um curso d'agua assás caudaloso no tempo das chuvas.

A's condições technicas do local estudado alliam-se com rara felicidade outras de caracter social, resultando desta fórma um conjuncto harmonico de circunstancias particularmente favoraveis a essa construcção, realmente digna da engenharia patria.

.....

AÇUDE «QUIXERAMOBIM»

Historico.

A cidade de Quixeramobim é um dos mais antigos nucleos de população sertaneja; foi a antiga população elevada a villa em 1789, passando depois á cidade em Agosto de 1856.

Fica situada á margem direita do rio que tem o mesmo nome, a 5° 16, de lat. sul e 3° 55, de longitude oriental do Rio de Janeiro.

Servida pela Estrada de Ferro de Baturité, distando 234 kilometros da capital do Estado, occupa uma posição vantajosa no seio de um vasto sertão arido, onde a unica industria que a custo tem conseguido medrar é a criação de gados. Seu clima sêcco e quente é consideravelmente salubre, pelo que, na estação das chuvas, quando abundam os productos rudimentares de lacticinios e a agua é relativamente facil, avultado numero de forasteiros procuram-na; e, então, na pequena cidade apparece um simulacro de vida e movimento. Passada, porém, essa estação que normalmente dura de 3 a 5 meses, voltam o marasmo e a quietude proprias ás velhas cidades pobres e decadentes do interior.

O rio «**Quixeramobim**» atravessa toda essa região arida de occidente a oriente, representando o collector

geral de uma vasta rêde de drenagem natural no tempo das chuvas. No estio annuo ou nos annos de sêcca ou mesmo escassos, o leito arenoso do rio e de seus affluentes permanece sem funcção, como uma facha de brancas areias bordadas de arbustos ou arvores que a humidade subterranea mantém com a folhagem verde. Durante o dia o sol aquece as areias horrivelmente, e a nocturna irradiação as esfria consideravelmente. Isto explica a facil desagregação das rochas marginaes, que a acção erosiva das aguas completa e transporta, produsindo um effeito de desorganização mais sensivel.

Em toda parte, onde as condições naturaes favorecem, existem enormes depositos de terreno aluvial silico-argiloso, mas commumente ricos em principios fertilizantes. Vastas planicies ou varzeas de massapê mais ou menos compacto, atoladiço nos invernos e profundamente fendado em pentagono na sêcca, coroas cobertas de vegetação ou transformadas em caapoeiras, ilhas do rio—são os solos agricolas da região onde se faz a insignificante e precarissima agricultura, que vae mantendo os habitantes aliás numerosos do valle.

As aguas que, no tempo das chuvas, são muitas vezes extraordinariamente abundantes, descem inutilmente pelo leito inclinado dos riachos e rios, indo confundir-se com as do oceano. Nunca foi possivel aos naturaes aproveitá-las para suas culturas ou mesmo para bebida dos seus gados ordinariamente. Perde-se assim uma grande riqueza, capaz de proporcionar o bem-estar a uma população decupla da que hoje alli vegeta pobremente.

Foi com a idéa de ser possivel modificar esse lastimavel estado de cousas que, percorrendo em 1905 o valle do rio «**Quixeramobim**», deparei um estrangulamento consideravel de suas margens, offerecendo claramente condições favoraveis ao estabelecimento de uma barragem de alvenaria capaz de constituir um reservatorio colossal.

Apparentemente, tudo indicava a excellencia do local: um boqueirão apertado e proximo 2 kms. da via ferrea, uma bacia dilatada, um sangradouro quasi na-

taboleiros desnivelados com inclinação suave para o leito do rio que sobre elles abriu sulcos mais ou menos profundos, conforme a natureza do terreno. Por toda parte porém, surgem serrotes sêccos e pedregosos, baixos e desnudados geralmente. os quaes dão ao terreno um aspecto de accidentado em certas zonas.

Sob o ponto de vista orographico, observa-se que as terras altas que se elevam progressivamente para o NO. e sul do rio até formarem verdadeiras serras no divisor das aguas, são geralmente ligadas por meio de gargantas elevadas. Na parte norte, os contrafortes da serra de «Santa Maria» ou Preguiça» extendem-se até as proximidades do leito do rio, na conformação dos contrafortes da serra do Canindé, e por esta fórma constituiu-se o boqueirão que se pretende barrar.

Da serra de «Santa Maria» passa-se á serra do Estevão e desta por meio de serrotes mais ou menos isolados passa-se a um grupo de serranias elevadas (750^{ms}), com a denominação de «**Serra do Machado**, «**Marianna**» e «**Jatobá**». Adeante, principiam os contrafortes da serra das «Matas» (650^{ms}), que constitue um outro grupo de serranias, mais notavel pela extensão que occupa, pela fertilidade de suas terras e humidade. No centro desse grupo, nascem os rios «**Quixeramobim**» e «**Acarahú**». As principaes denominações são: serra do «**Catolé**», «**Irapiraca**», «**Branca**», «**Serraria**», «**Mandioca**» etc. Quasi insensivelmente (400^{ms}), passa-se ao sul para um novo grupo tambem assáz importante, constituido pelas serras do «**Calogy**» e «**Santa Maria**» (700^{ms}). Desta ultima, contrafortes dirigidos para NNE. com as denominações de serra de «**São Cosme**», «**Serra Branca**» etc, se aproximam das ultimas elevações meridionaes da serra do «**Canindé**», e assim fica fechado o circulo de serranias que constitue o divisor das aguas da bacia do «**Quixeramobim**», na parte superior.

Sob o ponto de vista orographico, têm pouca importancia os serrotes sêccos, esparsos no meio da bacia, como que destinados a quebrar a monotonia que offereceria a extenção ininterrupta dos taboleiros.

Natureza do terreno.—Toda a bacia do alto Quixeramobim é constituida por schistos cristalinos, gneis com granada, schistos micaceos, cloritoschistos, folhelhos de cuja degradação e decomposição são, principalmente, formados todos os terrenos de aluvião marginaes aos rios que formam a rede collectora. Por toda a parte, observam-se, porem, intrusões de rochas eruptivas, granitos de varios aspectos, sienito, diques de pegmatita com grandes cristaes de turmalina e mica branca, diabases, dioritos, quartz etc. No fundo dos valles, os leitos dos rios e riachos são geralmente abertos sobre terreno de aluvião recente, rico em argila e muito fertil sob o ponto de vista agricola. O fundo dos leitos dos rios e riachos é pela maior parte arenoso mas seus barrancos são formados por terrenos argilo silicosos, que os mantem abruptos.

Os taboleiros, sensivelmente planos e inclinados, são formados superficialmente por uma camada delgada de terreno vegetal, onde, muitas vezes apparecem extensos lençóes de seixos silicosos, provenientes da fragmentação dos innumeros veios de quartz ou hialo turmalina, que afloram por toda a parte. Sob esta camada ha normalmente um deposito mais ou menos espesso de argila amarella, proveniente da decomposição das micas e feldspaths do terreno sub-jacente constituido de rochas schistosas profundamente alteradas em sua composição mineral. Muitas vezes esta decomposição **in-situ** é bastante profunda, podendo attingir a mais de uma dezena de metros.

Rede collectora. Da configuração vertical resulta a disposição fluvial da região. O collector principal, denominado rio «Quixeramobim», tem origem ao Oeste, sobre um massiço de serranias altas (700^{ms}) e frescas e dirige-se tortuosamente no rumo geral de ESE até o boqueirão situado a 2 kiloms. acima da cidade de Quixeramobim (180^{ms}), após um curso de 115 ks. Pela margem esquerda recebe, entre outros, dois ramos importantes: o rio «**Barrigas**», engrossado pelo rio dos «**Cachorros**», os quaes collectam todas as aguas da parte septentrional da bacia O rio das «**Barrigas**» tem origem na serra do «**Machado**» (a 750^{ms}

de alt.) e depois de um curso approximado de 64 ks., faz barra no «**Quixeramobim**», quasi nas confrontações da barra do rio «**Boa-Viagem**», cerca de 40 kms acima do boqueirão; e o «**Pirabibu**» tambem denominado «**Nobre**», cujo curso é approximadamente avaliado em 46 kms. Recebe alguns affluentes importantes como o «**Livramento**», o «**Riacho do Tenente**» etc; sua barra está dentro da bacia hydraulica do açude. Pela margem direita o mais importante affluente do «**Quixeramobim**» é o rio da «**Boa-Viagem**», cujas origens estão na serra do «**Calogy**» e tem 69 kms. de curso. Alem desse, podem citar-se o «**Vacca Brava**», «**São Pedro**» e «**Carahuno**». Todos estes rios, que só têm agua na estação das chuvas, e os numerosos ramos e sub-ramos que a elles vêm ter, constituem uma rede de drenagem com inclinação assás pronunciada e sem obstaculos ao curso das aguas, de sorte que, sendo o terreno essencialmente impermeavel pela natureza mesma de suas rochas,—as aguas se escoam com facilidade, e, assim, as funcções collectoras se exercem com perfeita regularidade.

Findo o tempo das chuvas, todos os campos estão sêccos e só em certos pontos do leito dos rios restam poços nas areias.

ASPECTO BOTANICO.

Não está ainda definido completamente o aspecto botanico desta vasta região semi-arida do NE. brasileiro, denominada sertão. Este aspecto, que é a consequencia da acção dos agentes mesologicos proprios á zona sobre as fórmas vegetaes, só poderá ser perfeitamente definido quando todas as circunstancias do meio o forem. O estado actual dos conhecimentos sob este ponto de vista é assás deficiente, pelo que não poderemos fazer outra cousa mais do que uma enumeração succinta das condições desse meio, mostrando as relações mais salientes que o ligam ao aspecto botanico.

O solo e o ar são os principaes agentes modificadores das formas vegetaes; as suas variações determi-

nam as variações destas. A um dado solo e a um dado clima correspondem caracteres especiaes da flora.

Já conhecemos resumidamente a natureza geologica do solo, sua configuração morphologica, situação e altitudes. As circunstancias meteorologicas serão objecto de um estudo especial, do qual podemos tirar as conclusões especificadas no correr deste capitulo.

E' facil distinguir na flora interior tres sub-aspectos, que se distinguem convenientemente mesmo dentro dos limites da bacia do alto «**Quixeramobim**»; sub-aspectos que correspondem a tres sub-regiões distinctas entre si pela configuração e estructura do solo, altitude e circunstancias meteorologicas. Estas sub-regiões são: o sertão propriamente dito, as serras frescas e os terrenos marginaes aos grandes rios e riachos mais notaveis. Esta ultima representa uma como transição no aspecto botanico entre as duas primeiras, que têm caractéres bem definidos.

Sertão propriamente dito é a região comprehendida entre os rios e as serras frescas. Occupa cerca de 2/3 partes da bacia hydrographica do «**Quixeramobim**». O terreno é essencialmente argiloso, algumas vezes pedregoso; a camada vegetal, pobre em humus, é muito delgada, o sub-solo impermeavel, rijo e impenetravel, é, geralmente, constituido por uma camada de argila ferruginosa amarella, vermelha ou esverdinhada, ou pela rocha viva algumas vezes em perfeito estado de conservação. O clima é essencialmente quente (média das max. abs. ao sol 69, 8) e sêcco (humidade relativa = 62, 1), a irradiação solar enorme, o ceu claro e asul tem poucas nuvens, a insolação é consideravel (66, 5 % do brilho possivel). Normalmente, durante sete meses não chove nessa região (69,6 dias de chuva de mais de $1^{m/m}$), o vento é impetuoso (3,5 metros por segundo) e fórma muitas vezes pequenos redemoinhos que levantam do solo nuvens de poeira. A evaporação é enorme (3,070 ao sol) porque a temperatura é muito elevada e os ventos sêccos e constantes têm sempre grande velocidade (póde attingir $11.^{ms}7$ por "). Na estação pluviosa, as chuvas ca-

hem geralmente sob a fórma de aguaceiros mais ou menos pesados e rapidos. Raras são as chuvas prolongadas. A agua que o solo pudéra armazenar dessas chuvas rapidas é, em pouco tempo, transformada em vapores que os ventos transportam. A seccura é a nota mais impressionante dessa região. Topographicamente, a superficie do terreno é plana ou ondeada com inclinações mais ou menos acentuadas para os cursos dos rios. A altitude varia de 180 a 350 metros sobre o nivel do mar. As elevações cumiaes que se circunscrevem á região não são assás importantes para exercerem uma influencia notavel sobre o clima, talvez concorram fracamente para a diminuição das chuvas no interior da bacia.

Nestas circunstancias, tão desfavoraveis ao desenvolvimento da vida vegetal, é facil prever quão precario deve ser o aspecto botanico.

As fórmas vegetativas referem-se incontestavelmente ás da região das Hamadryades de Martius, onde predominam as caatingas, expressão aborigene que define perfeitamente esta feição particular da flora que povôa os taboleiros rasos, ondeados e sêccos do sertão, longe dos rios e das serras frescas.

Todos os representantes dessa região são de porte acanhado: sub-arvores de caules tortuosos, escamosos, aculeados ou protegidos de outra fórma contra a evaporação, cópas pouco densas, folhas geralmente compostas; arbustos enfezados, cactaceas e bromeliaceas, emfim, plantas xerophilas que se adaptaram ao meio rude. As palmeiras, mesmo de pequeno porte, não são ali representadas; até a carnaubeira, só accidentalmente é encontrada em pequenos grupos isolados de individuos rachiticos.

O caracter mais triste da região é a interrupção da vegetação durante a estação sêcca. O aspecto que offerece então é o da mais completa desolação; as arvores (com rarissimas excepções), os arbustos e todos os representantes do reino vegetal estão despidos de folhagem, parecem mortos, os caules até suas menores ramificações estão esbranquiçados e quebradiços. A superficie do solo

completamente despida de ervas, é núa, aspera e combusta No fim da estação está enegrecida, e em muitas partes fendida em pentagonos irregulares; nem a protegem mais as folhas sêccas das arvores e arbustos ou as ervas resequidas, porque o sol ardentissimo e o vento constante de 6 a 7 meses de verão absoluto redusiu a pó a parte que os gados não aproveitaram como alimentação.

O tom cendrino que domina é aqui e além salpicado de pontos de um verde bellissimo que, pelo contraste, chamam immediatamente a attenção. São copas das arvores dotadas de raizes extraordinariamente longas que se immiscuem através do sub- solo resistente, e vão buscar a humidade necessaria ás suas funcções em alguma fenda longinqua da rocha sub-jacente. Essas arvores, notaveis pela sua excepcional resistencia ás sêccas, offerecem os unicos e raros abrigos contra o sol abrasador. Sua sombra fresca e amena é procurada por toda a população animal da região, nas horas de mais forte canicula.

O aspecto mais impressionante do sertão é, porém, a transformação quasi instantanea que experimenta sob a acção estimulante das primeiras chuvas. A humidade do ar e as neblinas que ordinariamente prenunciam o inverno, já entumeceram todas as sementes que juncam a superficie do solo e se acumulam nas fendas das rochas, os tuberculos e rhysomas subterraneas e todos os caules cujos botões terminaes se preparam para uma opportuna eclosão. Geralmente, 24 horas após a primeira bôa chuva já o aspecto mudou. A superficie do solo é verdoenga e os caules aereos das plantas mostram innumeros pontos verdes. Dahi por deante, rapidamente um tom verde, que se acentúa progressivamente, substitue aquella cor cinzenta da sêcca. A superficie do terreno torna-se literalmente coberta de uma vegetação luxuriante e ávida de exercer as suas funcções phisiologicas normaes, como que receando não as poder completar em virtude de um intempestivo retorno áquella lethargia de que ha pouco despertára.

Algumas liliaceas emittem caule aereo, florescem, fructificam e desapparecem no espaço de seis dias!

As gramineas, leguminosas herbaceas, um numero consideravel de especies desta natureza pertencentes a muitos generos e familias naturaes, a maior parte uteis forragens, outras medicinaes, poucas nocivas, atapetam os taboleiros ou grimpam os caules das arvores á procura de luz. Em Maio dá-se a floração. Nesse tempo, é encantador o aspecto do sertão, onde tudo é ameno e suave, o ar balsamico; a viração subtil está impregnada de agradaveis odores.

Passada a estação das chuvas, em pouco tempo o aspecto desolador e triste volta; um como vento de morte passou crestando tudo; a vegetação perdeu a folhagem e pouco a pouco o tom cinzento e poeirento domina sobre as caatingas. O phenomeno é facilmente explicavel: cessadas as precipitações pluviaes, estabelecidas as correntes de ventos sêccos e impetuosos, a evaporação sobe progressivamente, roubando consideravel porção de humidade ao solo e ás plantas. Como a camada do solo é muito delgada, as reservas d'agua nella contidas são assás redusidas, e como não dispõe de bastante humus, não offerece nenhuma resistencia ás perdas de humidade. Assim, a evaporação directa pela superficie do solo e a indirecta pela transpiração das arvores, em pouco tempo esgotam o reservatorio d'agua contida na camada superficial do solo, unica humidade ao alcance das raizes das plantas A adaptação a este meio, de algumas especies, pelo excepcional alongamento de suas raizes, permitte a certas plantas resistirem e, incolumes, atravessarem a estação das sêccas, sem nenhuma solução de suas funcções phisiologicas.

As serras frescas e suas adjacencias. Ao N, ao O e ao S da bacia do alto Quixeramobim elevam-se serranias frescas constituidas de rochas schistosas, com veios numerosos de affloraçõe de rochas eruptivas (granito, diabases, dioritos, pegmatita, scienito etc), mais ou menos profundamente alteradas. Um como lençol de terreno argiloso, constituido pela decomposição das rochas primi-

tivas e eruptivas, que formam o esqueleto das serras, cobre a superficie dessas rochas em camadas muitas vezes consideravelmente espêssas. Esse terreno argiloso não é compacto, por conter grande quantidade de humus nas camadas superiores, e, como é rico em principios mineraes fertilizantes, estes tornam aquella região muito apropriada ás industrias agricolas.

O clima é menos sêcco e mais humido que o dos sertões circumvizinhos, devido principalmente á elevação superior a 350 metros. As chuvas são mais abundantes, porque os vapores humidos encontram ali condições favoraveis á sua condensação. Os ventos não são tão sêccos como no sertão e a camada de terreno vegetal, sendo profunda e humosa, retem uma grande porção das aguas das chuvas, que ali pode ser conservada por um tempo assás longo, visto como, além das condições apontadas, accresce o valor pequeno da evaporação.

A superficie do terreno é assás accidentada, salvo em algumas chapadas geralmente pequenas.

Toda esta região está entre 350 a 750 ms. de altitude sobre o nivel do mar.

Todas as circunstancias são, pois, favoraveis ao desenvolvimento da vegetação que não está sujeita ali a nenhuma interrupção no seu crescimento.

As fórmas vegetativas referem-se incontestavelmente ás Dryades de Martius. A matta elevada e frondosa é o caracteristico mais notavel da região. Muitas vezes—diz Freire Allemão—podem ser comparadas ás mais ricas mattas do Brasil.

As arvores são de porte elevado, cerradas, caules lisos, rectos e longos, innumeras trepadeiras, orchideas, fetos arborescentes, araceas, musaceas, poucas arvores, porem constantemente verdes. Uma fauna rica habita estas florestas elevadas. Tal é o aspecto botanico da subregião das serras frescas do interior.

Terrenos marginaes aos rios e riachos. Estes terrenos têm uma formação diversa. São constituidos pelos detrictos aluvionaes acarretados pelas aguas correntes. Formam depositos consideraveis, sensivelmente planos,

ou varzeas abertas. Ora o deposito é areno-argiloso, ora agilo-silicoso, ou completamente argiloso. Os rios e sobretudo os riachos têm seus leitos abertos sobre este terreno por elles mesmo formado e accrescido constantemente. Em córte vertical, o terreno offerece camadas variaveis de argila ou areia ou desses elementos misturados em todas as proporções. O humus é um elemento constante na sua composição. Em geral, a uma certa profundidade, ha um lençol d'aguas phreaticas, commumente carregadas de saes alcalinos.

O clima dessa região é absolutamente o mesmo descripto para o sertão, somente a natureza do terreno é outra; como a facha é estreita, nenhuma influencia sensivel póde determinar nos elementos daquelle. E' facil prever que o aspecto botanico dessa sub-região intermediaria é mais comparavel ao do sertão do que ao das serras. Entretanto, em virtude da humidade subterranea e bôa qualidade do solo, as arvores têm mais desenvolvimento, podendo mesmo apresentar aspecto colossal. São porém, espaçadas e entre ellas domina uma vegetação densa e baixa de folhas persistentes. E' a região das moitas. Claramente, aqui se misturam os caracteres dos agrupamentos dryatico e hamadryatico.

—

Nas serras e nos terrenos que marginam os rios, isto é, onde a vegetação dryatica se patenteia, grande tem sido a devastação das mattas para fins agricolas, pois ali existem as melhores terras de cultura. Uma vez devastada, a mata não se refaz como anteriormente; é substituida por uma vegetação invasora especial que dá logar a uma feição botanica particular—a caapoeira. Entre as especies invasoras muitas são exoticas, mas adaptaram-se admiravelmente ás condições do novo meio. A desarborização das serras e das margens dos rios tem consequencias funestas, para o que urge chamar a attenção. As serras desarborizadas vão pouco a pouco perdendo as suas funcções de condensadores de vapores humidos, e a distribuição de humidade pluvial é irregular, dando logar a erosões profundas e a desnudamentos

fataes. Na planicie a falta de protecção ás margens dos rios é o grande mal. Vastos tratos de excellente terreno são destruidos pelo solapamento gradual do rio que transporta seu material para depositar abaixo, mas, como este novo deposito tambem é desprotegido, será novamente solapado e desapparecerá; por esta fórma, vae ter ao mar, onde as correntes costeiras dispersam-no ao longo da costa.

—

CLIMA DE QUIXERAMOBIM

—

E' assás extensa a bacia do rio «**Quixeramobim**», e só possuimos observações meteorologicas em um ponto, porém vantajosamente situado no coração do sertão e em condições taes que podemos estender ás regiões circumvizinhas os resultados obtidos. Para a região serrana que occupa a parte occidental da bacia, não temos dados precisos sobre que se possa estudar as condições climatericas. Podemos, entretanto, observar previamente que essa região differe climatologicamente da do sertão em possuir uma temperatura mais doce, uma pressão mais baixa e um regimen pluviometrico mais rico em precipitações.

As observações em Quixeramobim são obtidas por meio de um meteographo «**Theorell**», perfeitamente rectificado, o qual começou a funccionar a meia noite do dia 31 de Dezembro de 1895, e com toda a regularidade tem continuado até o presente. Contamos, pois, 17 annos de observações registadas de 15 em 15 minutos.

O clima de um logar é a maneira por que ahi se produzem os diversos phenomenos meteorologicos, suas relações entre si, com os accidentes geographicos e phenomenos biologicos.

Para o caso que temos em vista, importa nos apenas o conhecimento de alguns phenomenos (chuva, sobretudo) e suas relações com o regimen hydrologico da região.

Por esta razão, estudaremos ligeiramente os princi-

paes phenomenos meteorologicos, desenvolvendo a parte relativa ás chuvas, cujas variações procuramos definir, e, bem assim, os seus effeitos sob o ponto de vista hydrographico.

TEMPERATURA DO AR.

A temperatura é o mais notavel dos phenomenos meteorologicos, porque influe sobre todos ou sobre quasi todos os outros; é, além disto, um factor preponderante no desenvolvimento de todos os seres vivos.

Temperatura á sombra. Resulta dos quadros obtidos que o mez mais quente é Dezembro e o mais fresco é Junho, o primeiro correspondente ao fim do estio e o segundo ao fim da estação das chuvas. A curva representando as média mensaes varia com a declinação solar. Em Fevereiro o sol affasta-se, e em Março, no equinoxio, passa para o hemispherio septentrional, a temperatura vae baixando progressivamente até o sol attingir a maior distancia, no solsticio (Junho 26°,2). Com a aproximação do foco calorifero, a temperatura passa a subir progressivamente; no equinoxio de Setembro, tem um valor aproximadamente igual á media arithmetica entre os valores dos meses extremos. Continuando a subir, a temperatura vae attingir o maximo nas proximidades do solsticio de Dezembro (28°,6). Dahi por deante, a temperatura baixa, e ao passar o sol no equinoxio de Março, é de novo aproximadamente igual á media dos valores extremos. As coincidencias não são perfeitas, porque no equinoxio de Março a influencia das chuvas faz baixar um pouco a temperatura; assim, em logar de 27°,4 (média dos valores extremos), é apenas 26°,9. Differença 0°,5. No equinoxio de Setembro, não ha chuvas para influir, porém a seccura do ar produz effeito contrario e a temperatura (27°,7) é um pouco superior áquella média. Differença 0°,3. Podemos concluir desses factos que não ha causas que modifiquem seriamente a temperatura local em Quixeramobim.

Como a differença entre as temperaturas do mez mais quente (Dezembro 28°,6) e a do mez mais fresco (Junho 26°,2) é apenas de 2,°4, isto é, bem inferior a 10°, pode-

mos concluir que se goza em Quixeramobim de um clima muito regular.

Sendo a temperatura média annual de 27°,3 (aproximadamente a média entre os extremos, 27°,4), o clima é quente.

A maxima das maximas absolutas (médias) é de 35°,8 e tem logar em Novembro; a minima das minimas absolutas (médias) é de 19°,7 e tem logar em Julho. A amplitude maxima = 13°,4 corresponde ao mez de Agosto.

As temperaturas extremas observadas em 12 annos de observação (1896—1907) foram a 22 de Fevereiro de 1896 = 37°,3 e em Julho de 1907 = 17,°8. Differença—19°,5 em 11 annos.

Temperatura ao sol. O termometro exposto regista valores elevadissimos, que se podem attribuir sobretudo á pouca nebulosidade, grande insolação e seccura do ar.

A média annual das maximas diurnas é de 66°,4.

O valor mais elevado 69° tem logar em Novembro, quando tambem tem logar a maxima das maximas absolutas 72°,6 correspondendo a uma fraca nebulosidade 4°,8, a um grande brilho solar 9°,2 e a mais forte velocidade dos ventos 5°,1. Os valores mais baixos occorrem em Julho, principio do estio.

Pressão barometrica a zero. A variação mensal média representar-se-ia por uma curva, cujo maximo teria logar em Julho (745,1). Dahi por deante, a pressão baixa até alcançar o minimo 742,5, em Novembro, valor que conserva com differenças muito pequenas até Janeiro, Em Fevereiro sobe successivamente até attingir o maximo.

A média annual é de 743,53. Reduzindo ao nivel do mar e á latitude de 45°, obtem-se o numero 759°.

O maximo das médias das maximas absolutas 748,5 tem logar em Julho, ao passo que a minima das médias das minimas absolutas 738,5 é em Março; porém reproduz-se igualmente em Novembro e Dezembro. A amplitude mensal mais elevada é em Outubro e tem pouco valor—8°,6. A amplitude diurna média tambem tem o maximo 4,95 em Outubro. Esses numeros são realmente excepcionaes.

Nebulosidade. A média annual tem por valor 5,1. O mez mais nublado é o de Fevereiro 6,9 e o mais claro é o de Agosto 3,3. O numero de dias nublados (5) é de 191, ao passo que o numero de dias claros (5) é de 174.

Insolação. A maior duração do brilho solar tem logar em Outubro (312 horas de insolação) e a menor em Fevereiro (185 horas) No anno, a duração média do brilho solar attinge a 3 082 horas, isto é, 69,5 °/₀ do brilho possivel. Ha, durante o anno, em média, 46,7 dias de brilho total, ao passo que somente 3 dias passam completamente sem brilho. A luz no sertão é, pois, consideravel

Humidade relativa. A humidade relativa média é de 62,1. O mez mais humido é o de Abril (71,9), o menos humido o de Outubro (54,0). A maxima das maximas absolutas tem logar em Abril (98) e a minima das minimas em Agosto (16).

Temperatura á sombra e ao sol. A média annual é de 1205 m/m para a sombra e 3070 m/m para o sol. Differença 1 875 m/m.

Os valores extremos mensaes correspondem aos meses mais sêccos e mais humidos do anno, respectivamente. Em Outubro, a evaporação attinge ao maximo, quer á sombra (356 m/m), quer ao sol ( ); em Abril, attinge ao minimo, quer á sombra (57 m/m), quer ao sol (176 m/m).

Ventos.—Frequencia.—Os ventos mais frequentes são os de E = 39 °/₀; os menos frequentes são os de O = 0, 8 °/₀. Os primeiros sopram todo o anno, ao passo que os ultimos só apparecem nos meses chuvosos. Afóra os ventos de Leste, os mais frequentes são: os de NE. = 23,6 °/₀; os de SE. = 22,1; os ventos dos outros quadrantes são raros: os de S. = 5,1 °/₀; N. = 4,7 °/₀; NO. = 1,2 °/₀; SO. = 1 °/₀ sopram apenas, ordinariamente, na estação pluviosa. As calmas são mais frequentes em Maio, e menos frequentes em Janeiro, Outubro e Dezembro.—**Velocidade.**—Os meses em que os ventos adquirem maior velocidade são Outubro e Novembro (5m,1 por segundo); seguem-se os meses sêccos—Dezembro 4,9; Setembro 4,4;

Janeiro 4,0; Fevereiro e Julho 3; nos meses chuvosos, a velocidade é sempre inferior a 3 metros por segundo. A velocidade minima tem logar em Abril 2,2.

Regimen pluviometrico. Chuvas. A chuva é o meteoro que mais nos interessa, porque della depende a possibilidade de se obter ou não a agua necessaria ao enchimento do açude; igualmente influirá sobre o systema de irrigação a adoptar-se na região. Isto nos leva a desenvolver um pouco mais o estudo das variações pluviometricas em Quixeramobim, servindo-nos de dados colhidos em 15 annos de observações (1896—1910).

—Variação diurna—Importa neste estudo distinguir a frequencia e intensidade das chuvas, pois que estes dois elementos podem não variar da mesma fórma; em certas horas, as chuvas podem ser mais frequentes, porém menos abundantes. Infelizmente, não possuimos dados relativos á frequencia.

Do diagramma junto, resulta que é entre 4-5 horas da manhã que cae a maior quantidade d'agua. A curva apresenta outro maximo de 8 para 9 horas da noite. O minimo é entre 10 e 11 horas da manhã (V. diagramma nº 1). De 4 horas da tarde ás 7 da manhã, a quantidade de chuva é superior á média horaria (2,1 m/m); de 8 da manhã as 4 da tarde é inferior áquella média.

—Variação mensal.—A curva representativa apresenta um unico maximo em Março (150,7 m/m); desce progressivamente até attingir ao minimo em Outubro (0,6 m/m); sobe, em seguida, rapidamente até voltar ao maximo.

Os meses de mais chuva são Dezembro e Junho, porém os que estão acima da médio mensal (49,5 m/m) são somente Janeiro (42,8 m/m), Fevereiro (100,0 m/m), Março (150,7 m/m), Abril (121 m/m) e Maio (91,3 m/m). Os meses menos chuvosos são Julho a Novembro.

Vê-se pelo diagramma organisado que a estação pluviosa principia em Dezembro (25,2 m/m) e se prolonga até Junho (35,3 m/m); a estação sêcca vae de Julho (18,6 m/m) a Novembro (3 m/m).

Como os meses de Dezembro e Junho representam o inicio e o fim da estação chuvosa, as precipitações têm para nós um valor pequeno, visto seus effeitos serem quasi nullos em relação ás aguas correntes, já porque as primeiras chuvas são absorvidas inteiramente pelo solo, já porque as ultimas são em geral finas e espaçadas. Para nós, os verdadeiros meses de chuva são os de Janeiro a Maio.

Média annual das chuvas	599,7 m/m
« do inverno (Fevereiro a Maio)	508,9 m/m
« da sêcca (Junho a Janeiro)	90,8 m/m

Estes valores têm para o nosso caso uma importancia consideravel, porque só podemos contar com as chuvas da estação pluviosa e não com o total do anno, porque todas as da estação sêcca são quasi absolutamente sem influencia na corrente dos rios.

Pelos dados acima, verifica se que 83,3 % das chuvas correspondem aos meses de inverno e somente 16,7 % aos meses sêccos, isto é, na estação pluviosa chove 5,5 vezes mais do que na sêcca.

Estudando o regimen pluviometrico, a comparação torna se mais correcta tomando-se a fracção pluviometrica correspondente a cada mez, do que os valores absolutos, porque estes podem differir enormemente entre estações mesmo muito proximas.

Para Quixeramobim, o calculo dá os seguintes numeros para as fracções pluviometricas:

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
89	170	245	210	134	56	30	15	3	1	5	42

Como se vê, o regimen pluviometrico em Quixeramobim aproxima-se do que os meteorologistas chamam **Regimen Continental** de que citarei os quatro seguintes:

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Pekin	3	4	8	27	45	96	394	274	104	29	14	2	664
Bombay	2	1	0	0	5	263	342	201	146	53	6	1	1856
Cordova	173	134	144	50	24	7	3	13	37	84	170	161	666
Jerusalem	203	230	176	63	7	0	0	0	4	23	84	210	558

E' sobretudo notavel a semelhança com os de Jerusalem e Cordova. Todos estes regimens se caracterizam pela existencia de uma época de chuvas e de uma época de sêcca—unicas. A amplitude annual é consideravel, podendo attingir a um valor igual ao maximo As chuvas, concentrando se em uma época unica, tornam-se torrenciaes e pouco espaçadas, de modo que a camada superficial do solo facilmente satura, e uma grande parte d'agua, deslizando pela superficie do terreno, vae augmentar a vasão dos rios e riachos. As chuvas da estação sêcca não produzem este effeito. Nunca chegam a saturar a camada superficial do solo, e a evaporação rouba uma parte consideravel senão toda a agua caida

—**Frequencia das Chuvas.**—Pelo que vimos, podemos concluir que a maior frequencia das chuvas tem logar nos meses do inverno (época das chuvas). Em 12 annos de observação, obtiveram-se os seguintes dados: 69.6 dias de chuva maiores ou iguaes a 1 m/m; 17,3 dias de chuva de 1 m/m a 0,9 m/m. Estas ultimas nenhum valor têm para nós Cerca de 19 % dos dias do anno são chuvosos e concentram-se sobretudo entre os meses de Fevereiro a Maio:

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
4,9	11,1	12,8	11,8	10,0	7,7	5,1	2,3	0,8	0,3	0,8	2

inverno = 45,7 Sêcca = 23,9

A frequencia das chuvas de facto é, pois, nos quatro meses pluviosos consideravel; o numero de dias de chuva representa 38 % dos dias de toda a estação sêcca, o numero de dias pluviosos representa apenas 9 % dos dias

de toda a estação. Se as chuvas fossem uniformemente distribuidas no tempo, o espaço entre duas chuvas consecutivas seria apenas de 2 dias e 6 decimos do dia no inverno, ao passo que, na sêcca, aquelle espaço seria de 5 dias.

Mais importante, porém, é observar a média pluviometrica por dia de chuva nos differentes meses.

Em 11 annos de observação, achamos os seguintes resultados:

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
10	11,5	15,2	10,6	10,1	8,5	6,1	6,1	1	1	1	11,1

Podemos considerar boa a chuva que excede de $10^{m}/^{m}$ em 24 horas. Dahi, a conclusão, mais uma vez confirmada, de que somente os meses de Fevereiro, Março, Abril e Maio são os unicos cujas chuvas são realmente efficazes á vasão dos rios e riachos. Esta verdade é tanto mais certa quando se observa que, em Quixeramobim, as aguas do leito do rio só principiam a correr normalmente em Fevereiro, Março, Abril, conforme se verificou cuidadosamente em dez annos successivos.

—**Oscillação actual das chuvas.**—Todas as regiões do globo estão sujeitas a oscillações mais ou menos accentuadas em todos os phenomenos climatericos; mas, até o presente, não tem sido possivel descobrir as causas que as determinam.

A questão de periodicidade é ainda bastante obscura, e não permittindo os moldes deste trabalho desenvolver tal assumpto, passamos á exposição dos factos relativos ás chuvas observadas no espaço de 10 annos successivos em Quixeramobim

Conforme mostra o quadro adiante, tivemos em 15 annos, seis de inverno e nove de sêcca.

Não podemos, em tão curto espaço, fazer idéia da frequencia das sêccas; entretanto, parece claro ser mais consideravel o numero de annos sêccos ou escassos do que o dos annos pluviosos.

Chamamos annos pluviosos áquelles em que o total das chuvas nos quatro meses da estação propria excedeu a 500m/m. Entretanto, o rio «Quixeramobim» corre em annos não classificados entre os pluviosos, mas este facto é principalmente devido ás irregularidades pluviometricas que caracterizam os annos sêccos. Grandes aguaceiros podem cair numa area muito limitada da bacia de um rio ou seu affluente, e determinar enchurradas

No espaço de 15 annos (1896-1910), o rio deixou de correr 4 annos: 1900, 1903, 1907 e 1908, isto é, 26 %.

Comprehende se, porém, que, com tão poucas observações, estes numeros nada têm de positivo. Os annos de sêcca se caracterizam sobretudo pelo numero relativamente baixo da quantidade d'agua precipitada, porém outros phenomenos meteorologicos lhes são correlativos. Não ha aqui opportunidade de discuti-los e compara-los.

Os annos de inverno, pelo contrario, caracterizam-se pela abundancia e regularidade das precipitações. Como tem logar nos annos sêccos, ha phenomenos meteorologicos que são correlativos, mas deixemo-los, porque nos basta conhecer os seus effeitos sobre a vasão dos rios e riachos. Nos annos sêccos, as chuvas são em geral espaçadas e irregularmente distribuidas na superficie do terreno, de sorte que os rios e riachos podem passar toda a estação pluviosa completamente sem agua corrente. Nas grandes bacias, muitas vezes, devido á irregularidade das precipitações, alguns rios ou riachos correm com pouca agua. Esses casos esporadicos não têm importancia sobre o nosso ponto de vista. Nos annos invernosos, as precipitações abundantes e regularmente distribuidas fazem todos os rios e riachos correr com mais ou menos regularidade, não sendo raros os casos de cheia extraordinaria e transbordante.

Annos	Fevereiro a Maio	Junho a Janeiro	Total	N.º de dias de chuva	Observ.	Agua no rio	Intensidade média das chuvas em 24 hs.
1896	765,3	124,9	890,2	69	Inv. bom	Correu	12,9
1897	781,9	240,2	1022,1	80	« «	«	12,7
1898	357,0	76,3	433,3	41	Sêcca	«	10,5
1899	707,3	343,2	1050,5	90	Inv. bom	«	11,6
1900	190,0	245,3	435,3	37	Sêc. int.	Não	11,7
1901	518,4	117,4	635,8	58	Inv. reg.	Correu	10,9
1902	280,4	62,5	342,9	46	Sêcca	«	7,4
1903	210,7	102,4	313,4	32	«	Não	9,8
1904	326,4	129,7	456,1	37	«	Correu	12,3
1905	333,7	49,6	383,3	51	«	«	7,1
1906	687,4	49,2	736,6	52	Inv. reg.	«	14,1
1907	304,0	87,2	391,2	57	Sêcca	Não	6,8
1908	234,8	62,8	307,6	53	«	«	5,6
1909	436,2	69,1	505,3	57	Inv. esc.	Correu	8,8
1910	820,6	222,3	1092,9	64	« bom	«	17,0

DADOS HYDROGRAPHICOS

Descarga superficial

E' para nós um dado de summa importancia o conhecimento da descarga superficial da bacia. Entretanto, não possuimos elementos para o calculo directo, pois que taes elementos só poderão ser obtidos num grande espaço de observações continuas. Este anno, obter-se-á uma primeira aproximação para o calculo directo por meio de uma escala estabelecida dois kilometros abaixo do boqueirão e que permittirá medir a secção de vasão diariamente.

A' falta de determinação directa deste dado importante, procuramos obter o coefficiente da descarga superficial, por meio de processos indirectos, cujos resultados nada têm de absolutos, mas podem, no entanto, offerecer uma aproximação que nos permittirá fazer um idéa, por emquanto, sufficiente.

Comprehende-se a circunspecção que exige semelhante determinação, uma vez que numerosos são os factores que influem no valor da descarga de uma bacia, maxime de area consideravel como é a do Quixeramobim.

Entre esses numerosos e variados factores cumpre assignalar o clima e a topographia, de que já temos algumas noções relativamente á bacia do **«Quixeramobim»**. A quantidade de vegetação e a declividade do terreno, a estructura geologica são, porém, elementos com que não podemos jogar facilmente, apesar de sua influencia sobre a descarga.

Em face de taes difficuldades, procederemos por comparação com outras bacias donde se têm valores bem determinados e cujas condições climatericas, topographicas, geologicas etc. sejam tanto quanto possivel semelhantes ás do **«Quixeramobim»**. Na America, Mr. F. H. Nerwell estabeleceu um diagramma, em uso ali, que permitte obter-se immediatamente a descarga de uma bacia

dada a média annual das chuvas e o escarpamento do terteno. A applicação desse diagramma ao nosso caso, suppondo ser o terreno não escarpado, daria a descarga de 4'' ou 100m/m espalhados sobre toda a superficie da bacia.

Como essa superficie é avaliada, segundo o levantamento recentemente feito, em um pouco mais de 7 mil kilometros², podemos calcular a vasão superficial em cerca de 700 000.000 de m³; suppondo agora o caso de que a bacia fosse muito inclinada, isto é, bastante accidentada, achariamos 2.100.000.000 m³. De facto, na bacia do «**Quixeramobim**», além das elevações que occupam seus limites ao poente, ao norte e ao sul, a configuração vertical offerece apenas accidentes sem importancia, ondulações do terreno que nos levaram a aproximá-la mais do primeiro caso.

Podemos, pois, suppor que 1.000.000.000 de m.³ represente o valor da descarga. Vejamos agora se tal valor é razoavel. A média das chuvas vimos ser 599m/m 70, digamos 600m/m. A agua recebida pela bacia annualmente, em média, é avaliada em 4.200.000.000 m³. Resulta dahi que a relação entre a queda da agua e a descarga será 4, 2, isto é, a descarga superficial representará aproximadamente 24 °/₀ d'agua recebida em toda a bacia. Este coefficiente parece razoavel, maxime comparando-o com o de algumas bacias da região arida do NE. cuja descarga foi directamente medida o anno passado. Os coefficientes achados em virtude da observação de um só anno estão sujeitos a modificações importantes; entretanto representam uma primeira aproximação assás valiosa para nós. Elles variam de 8, 3 °/₀ a 30, 3 °/₀. Observamos que em Quixeramobim a intensidade média diaria das chuvas de Fevereiro a Maio é 3m/m 8, um pouco inferior á da bacia do rio do «**Peixe**», (4,1) no tempo da observação, e que o coefficiente obtido para esta bacia foi de 30, 3, um pouco superior ao adoptado para Quixeramobim. As relações são, pois, mui proximas nos dois casos.

A adaptação ao nosso caso do diagramma de Mr. Nerwell justifica-se por ter sido obtido com o auxilio de uma grande serie de observações, numa região, como a

nossa, arida e cujos rios e riachos têm regimen semelhante aos nossos.

Em resumo, adoptaremos, até que as medidas directas estabeleçam numeros positivos, os seguintes valores:

Vasão 1.000.000.000 de m^3

Coeff. da descarga 24 %

Nos annos normaes, como veremos adeante, o rio corre em média 87 dias, de sorte que a vasão media diaria corresponde a cerca de 11 e meio milhões de metros cubicos, ou 127 por segundo.

Se a vasão fosse uniforme, o açude encheria em 15 dias, mas este caso não é absolutamente possivel. A vasão é em geral um elemento muito variavel mesmo nos rios perennes, não torrenciaes.

O rio, seus affluentes e regimen. O rio «**Quixeramobim**» faz parte da grande rêde hydrographica do «**Jaguaribe**»—o maior e mais notavel dos rios cearenses. Junta-se com o «**Banabuiú**» e forma o seu mais importante affluente da margem esquerda.

O rio «**Quixeramobim**», é formado pela reunião dos riachos do «**Carrauca**» e o da «**Lagoa Velha**», que nascem no centro de um massiço de serranias conhecido sob a denominação geral de «**Serra das Mattas**. Dahi até o logar «**Sabonete**» onde atravessa um boqueirão bastante apertado, seu curso, que tem a directriz geral de NO para SE, é extremamente sinuoso e cheio de quedas ou declives rapidos. Do «**Sabonete**» até o boqueirão do «**Quixeramobim**», onde está projectada a barragem, o curso geral tem a direcção ligeiramente inflectida para o nascente; nesse trecho, cuja declividade varia entre 2,5 a 1,2 metros por kilometro, o leito é menos sinuoso e mais uniforme. Dahi por deante, a direcção média conserva-se a mesma até a barra do «**Banabuiú**», quando se volta para E-N-E, rumo que conserva até sua foz no «**Jaguaribe**».

Acima do boqueirão, fazendo parte da bacia hydrographica do açude, o rio «**Quixeramobim**» recebe alguns affluentes notaveis, como o «**Boa Viagem**» que nasce na serra do «**Calogy**», recebe o riacho «**São Pedro**» e entra

no **Quixeramobim**» pela margem direita deste, após um curso de 69 kilometros; o rio «**Barrigas**», que nasce na serra do «**Machado**», recebe o riacho dos «**Cachorros**» e entra no «**Quixeramobim**» pela margem esquerda deste, após um curso de 64 kilometros. Além desses, podemos citar outros de menor importancia, como o «**Pirapibú**» com 64 kilometros de curso, «**Barrocas**», «**Boa Vista**», «**Riacho dos Porcos**», da «**Vacca Brava**», do «**Estreito**», do «**João Lopes**», do «**Sibiró**», do «**Alegre**» etc.

De sua origem até o logar «**Sabonete**», o rio tem 62 kilometros de curso, dahi ao logar «**Fogareiro**» (onde chegará a represa do açude), 55 kilometros. Desse ponto ao boqueirão, 25 kilometros. Do boqueirão á cidade, 2 kilometros e da cidade á sua barra, no «**Jaguaribe**», 153 kilometros. Ao todo o curso do «**Quixeramobim**» é avaliado em 297 kilometros, dos quaes 144 fazendo parte da bacia do açude.

A area occupada por esta grande bacia tem a fórma de um quadrilatero e mede aproximadamente 7.600 kilometros quadrados. Está encravada no centro dos sertões cearenses, limitando-se ao norte com a bacia do «**Curú**», ao oriente com a propria bacia na parte situada abaixo da cidade de Quixeramobim, ao sul com a bacia do «**Banabuiú** e ao occidente com as bacias do «**Poty**» e «**Acarahú**».

Apesar da declividade média do rio ser inferior a 2,5 por 1000, offerece um regimen torrencial perfeitamente caracterizado. As aguas das cheias descem com impetuosidade no momento das grandes chuvas, modificando a fórma do leito arenoso, aqui destruindo um deposito aluvional, ali construindo outro mais consideravel Nenhuma fonte perenne importante o alimenta, pelo que, normalmente, mais de dusentos dias no anno seu leito não tem aguas correntes. E' uma facha de areias brancas, com largura variavel entre 150 e 250 metros, serpenteando através de extensos taboleiros aridos. Geralmente, em pontos não muito espaçados, apparecem poços que se conservam durante toda a sêcca fornecendo agua salobra ás populações ribeirinhas. Nas areias grossas, á pequena profundidade, encontra-se tambem a mesma agua

que é igualmente utilizada onde não ha poços proximos. No baixo curso, estas aguas são tão proximas á superficie que permittem a cultura de mandioca, melancias e feijão na propria areia do rio.

Na estação das chuvas, as aguas mais abundantes conforme a intensidade do inverno, descem com uma vasão extremamente variavel e irregular. Em poucas horas sobem, muitas vezes transbordam e podem mesmo produsir grandes inundações; a corrente é então impetuosa e destruidora. Esse estado de cousas dura pouco tempo. As aguas, que subiam rapidamente, estacionam alguns minutos e principiam depois a descer rapidamente, voltando em breve ao curso normal.

As primeiras aguas vêm geralmente em Fevereiro ou Março; podem, porém, vir em Janeiro ou mesmo em Dezembro, excepcionalmente. Em Julho ou Agosto, o rio sécca algumas vezes, porém quando o inverno é mais prolongado conserva-se correndo até Setembro.

Quando o anno é de sêcca rigorosa, pode passar todo o anno sem uma gotta d'agua. O quadro annexo dá uma idéa do regimen das aguas em dez annos de observações feitas na cidade de Quixeramobim e sua relação com as aguas meteoricas (V. pag. 265).

Nos 10 annos de observação, a estação pluviosa durou em média 118 dias, ao passo que as aguas no rio passaram apenas durante 87 dias.

O anno em que o rio mais correu foi o de 1899, correspondente ao de maior inverno, 1.048,5 m/m. Esse inverno foi bastante prolongado, mas as chuvas foram regulares, continuas e sem grandes aguaceiros.

Em 10 annos o rio deixou de correr 2 annos que foram de sécca. As chuvas, irregularmente distribuidas em fórma de aguaceiros parciaes, não foram sufficientes para dar agua ao rio. Em resumo conclue-se que o rio «**Quixeramobim**» tem um regimen francamente torrencial, com uma vasão extremamente irregular e variavel, podendo fornecer em média, nos 87 dias em que funcciona como collector geral de uma vasta superficie avaliada em 7.600 ks², cerca de um bilhão de metros cubicos d'agua.

INVERNO		Tempo, mezes e dias	Chuva em m/m	AGUAS NO RIO		Duração, mezes e dias	Maior chuva em 24 horas.
PIO	FIM			PRINCIPIO	FIM		
o	27-Junho	5—19	890,6	13-Março	10-Julho	3—27	m/m 84,6—30-Abril
	1-Julho	5— 2	1022,1	5-Fevereiro	8-Agosto	6— 1	m/m 84,3— 2 Maio
eiro	16-Abril	2—10	433,3	29-Março	10-Maio	1—13	m/m 44,4—23 Fevereiro
o	11-Agosto	6—17	1048,5	9 Fevereiro	6-Setembro	6—19	m/m 51,9— 3 Março
A	SECCA	SECCA	435	SECCA	SECCA	SECCA	——
iro	7-Janeiro	3—10	635	21 Fevereiro	8-Agosto	5—18	m/m 37,5—30 Março
	20-Maio	2—2	342,9	12-Abril	6 Junho	1—25	m/m 29,9—20 Maio
	2-Abril	2—14	313,4	SECCA	SECCA	SECCA	m/m 41,3—22 Janeiro
	7-Agosto	5— 7	456,7	11-Março	30-Março	0—20	m/m 69,6— 1 Março
	3-Junho	2—17	383,3	19-Março	3-Junho	2—17	m/m 26,0—18 Fevereiro

BACIA HYDRAULICA.

Elevando a barragem, conforme o projecto, á cota 215 e o sangradouro a 212, a represa do rio «**Quixeramobim**» formará um reservatorio ou um lago artificial occupando uma area de 4.608 hectares, contendo um pouco mais de 517 milhões de metros cubicos d'agua.

Como vimos, a descarga superficial do rio «**Quixeramobim**», no logar do boqueirão, sendo aproximadamente de um bilhão de metros cubicos, isto é, quasi o duplo da capacidade do reservatorio, podemos confiadamente esperar no regular funccionamento deste açude, isto é, temos a certeza de que se não reprodusirá o caso de Quixadá.

Avaliando a baixa das aguas pela evaporação em $1^{m},60$ annualmente, de que cerca de 2/3 partes tem logar no semestre sêcco de Julho a Dezembro, verifica-se facilmente que depois do primeiro anno de inverno após a conclusão dos trabalhos, o nivel d'agua estará sensivelmente á cota 211,00 correspondente á capacidade de 471.062.000 metros cubicos.

Suppondo que então se iniciem as irrigações, admittamos que um hectare de terra cultivado precise de 10.000 metros d'agua por anno. Pretendamos irrigar 15.000 hectares. Vejamos durante que tempo, no caso de uma grande sêcca, o açude poderá resistir sem prejudicar o cultivo da area irrigada.

1.º anno. A evaporação consumirá durante este tempo uma camada d'agua de 1,60, isto é, a cota do açude baixará a 209,40 e sua capacidade ficará redusida a 404.400.000 metros cubicos As irrigações consumiriam 15.000 x 10.000 = 150.000.000 de metros cubicos e a capacidade do reservatorio, no fim do anno, seria, de facto, apenas igual a 254.400.000. O nivel d'agua estaria á cota 205 muito aproximadamente.

2.º anno. Pelo mesmo processo, veriamos que no fim do anno restariam 62 milhões de metros cubicos.

Ora, como não ha conhecimento de que o rio tenha passado dois annos seguidos sem correr, podemos

confiadamente esperar que o açude com a capacidade de 517 milhões de metros cubicos possa irrigar ininterruptamente 15.000 hectares, sem que haja perigo de comprometter a conservação do peixe e de qualquer industria que por ventura venha a existir á custa d'agua.

PROJECTO

I) Barragem e annexos

II) Sangradouro.

Barragem.— Local— O boqueirão que se pretende barrar fica situado 2 kilometros acima da estação de Quixeramobim da via Ferrea de Baturité que, por sua vez, dista 234 kilometros do porto de Fortaleza. A topographia entre a estação referida a o boquerão presta-se ao estabelecimento economico de um ramal de via ferrea destinado a servir ás obras com inexcediveis vantagens, dada a quantidade enorme de cimento e outros materiaes a se transportar.

O terreno do boqueirão, segundo as sondagens revelaram, é superficialmente constituido por uma camada de terra vegetal cuja espessura varia de 0,m20 a 1m nas hombreiras, e de areia mais ou menos grossa, cuja espessura varia de 0,0 a 5 metros no leito do rio. A rocha viva aflora em alguns pontos, principalmente no sob-pé da hombreira esquerda. Abaixo da camada superficial das hombreiras, apparece outra de argila amarella ou vermelha de espessura extremamente variavel. Sob esta então está a piçarra mais ou menos resistente, repousando sobre a rocha.

As escavações para as fundações, cujo volume está avaliado em 37.600 metros cubicos attingirão a maior profundidade na hombreira direita onde as sondagens só revelaram a rocha de boa qualidade a 12 metros abaixo da superficie, em alguns pontos

O gneiss é a rocha predominante e sobre a qual assentará toda a barragem.

Nas proximidades, mesmo, do local da barragem essa rocha afflora, quer no leito do rio, quer nas encostas dos morros

Dentro de um raio de 2 kilometros do boqueirão são diversos os affloramentos de rocha viva em condições de serem exploradas.

Fundações. A parte da barragem que ficar abaixo da cota 180 será considerada como as fundações desta. Seu volume foi cuidadosamente avaliado em 4.924 metros cubicos. Empregar-se-á na confecção dessa base um concreto confeccionado com especial cuidado, tendo as proporções seguintes: 1 de cimento, 2 de areia e 4 de pedra britada (Taylor pag. 27).

Corpo da Barragem. O perfil transversal, determinado de modo a offerecer todas as garantias de segurança, segundo as mais modernas idéas sobre estabilidade das grandes barragens de alvenaria, apresenta como elementos principaes: largura no topo, 4 metros; altura, 35 metros; largura na base, 28 metros; o paramento de montante vertical até 1/4 de altura total a contar do coroamento, apresenta depois um fruito pouco accentuado (1:26,25); o paramento de jusante tem a fórma de 2 arcos de circulo concordantes, de raios respectivamente iguaes a $19^{m},50$ e $58^{m},80$, prolongando-se este ultimo segundo uma tangente que vae encontrar a base segunda e com a qual faz um angulo.

A alvenaria cyclopica será a adoptada, com uma densidade superior a 2.400.

A distribuição das pressões é a mais regular possivel. No paramento de montante, o reservatorio em carga, o trabalho elastico será sempre de compressão e apresentará valores sensivelmente aproximados á pressão hydrostatica em cada ponto.

No caso do reservatorio vasio, o mais elevado valor para esse trabalho será apenas 8k12 por centimetros quadrados. No paramento de jusante, a pressão maxima-maximorum, segundo a formula de M. Levy, será de 9k,65 por centimetro quadrado.

Os paramentos da barragem serão constituidos de

blocos de concreto soldado de modo a facilitar a confecção da obra e dar-lhe um bom aspecto. No topo as molduras serão simples, conforme se vê detalhadamente nos desenhos annexos a este. Um gradil de ferro de bom aspecto, porém igualmente simples, protegerá as bordas do coroamento.

Conforme recommendam as melhores autoridades, a barragem será, tanto quanto possivel, homogenea, e constituirá uma obra isolada, completamente independente dos apparelhos de drenagem do reservatorio.

Em plano terá a fórma de um arco de circulo com o raio de 348 metros, comprehendido num angulo de 60°. O desenvolvimento no coroamento, segundo a linha de eixo, será de 364,500 metros.

Os desenhos e a tabella dos elementos de estabilidade, juntos a esta, esclarecerão os detalhes precisos.

Alvenarias. Um objecto de muita importancia a considerar nas grandes barragens de alvenaria é a propria natureza desta, isto é, o typo da alvenaria a adoptar, tendo em vista as condições locaes.

Sabe-se que uma alvenaria é tanto mais resistente quanto maior é a sua densidade; por consequencia é natural fazer crescer este elemento tanto quanto fôr possivel. Por outro lado, a theoria das proporções nas alvenarias nos ensina que, para a mesma proporção de cimento e um dado volume de agregado, a densidade é tanto maior quanto mais elevada é a proporção de material grosso constituindo a combinação.

Ao lado destas considerações é necessario justapôr as que se devem á economia da obra, rapidez de execução e pequeno grau de permeabilidade.

Assim pensando, resolvemos escolher para a barragem do **«Quixeramobim»** a alvenaria cyclopica, hoje largamente empregada na America do Norte. Esta especie de alvenaria está, além disto, indicada naturalmente, por sua propria natureza, para todas as construcções de grossa e pesada estructura, tal como a de uma grande barragem de açude.

As vantagens são já sufficientemente conhecidas e

suas applicações bem determinadas para dispensar outras considerações sobre este typo, relativamente recente, de alvenaria.

Por esta fórma, escolhida a natureza da alvenaria, passamos a organizar o quadro das proporções de seus elementos constituintes.

Sabemos que o teor de material grosso deve ser elevado, porque, crescendo a densidade da alvenaria, consequentemente cresça sua resistencia. Este conceito nos leva a fixarmos em 50 % (1) o teor das grandes pedras, pesando de 1 a 10 toneladas. Esta percentagem póde variar consideravelmente, conforme os meios de que se póde dispor, desde 20 % a 64 % (John W. Steven). Como em Quixeramobim todas as condições são favoraveis e poder-se-á dispor de boas installações, escolhi aquella percentagem, superior á média indicada pelos extremos, tendo em vista, sobretudo, o augmento de densidade da alvenaria e rapidez da execução.

A outra parte da barragem será constituida de concreto, cuja composição precisa de ser determinada criteriosamente em face dos elementos naturaes de que se póde dispor no local da obra.

Para isto, começamos por determinar cuidadosamente, por meio de experiencias repetidas e concordantes, os pesos especificos e densidades apparentes do cimento, areia e rocha. Os resultados são:

	CIMENTO	AREIA	ROCHA
Peso especifico	3.03	2.70	2.61
Densidade apparente	1.360	1.470	1.280

(1) Nos Estados Unidos da America do Norte esta percentagem já tem sido excedida com bons resultados praticos.

Os caracteristicos desses elementos são:

Cimento Portland, importado da Inglaterra, reputado como a melhor marca que aqui tem vindo. Argamassa e concretos fabricados com este cimento mostram-se de primeira qualidade, satisfazendo a todas as exigencias de resistencia, permeabilidade e adherencia.

Areia—essencialmente silicosa, com elementos feldspathicos e outros de pouca importancia. A areia tem uma importancia capital nas argamassas, entretanto, é muito difficil precisar os caracteres das areias de um dado local, por causa da extrema variação destas, até mesmo num dado deposito (Taylor and Thompson). Em Quixeramobim, como em quasi toda a parte, isto tem logar, pelo que a amostra de que nos utilisamos foi obtida colhendo a areia em diversos pontos nas proximidades do local da barragem e misturando convenientemente. Sob o ponto de vista granulometrico e pureza, a nossa amostra é perfeitamente satisfactoria.

Rocha—a dominante no local e que nos serviu nas experiencias é um gneiss compacto, granitoide, com mica preta mais ou menos abundante. Como mineral accidental, encontram-se frequentemente cristaes de granada (que me parece ser almandina). Esta rocha, sob o ponto de vista da alvenaria, offerece satisfactorias condições de resistencia e adherencia. Além desta, encontra-se um gneiss rico em mica branca, menos compacto, bastante schistoso, evidentemente inferior ao precedente para uso das alvenarias. São tambem abundantes nas proximidades do local da barragem schistos micaceos, e á certa distancia (2 a 4 kilometros) pedreiras de granitos de optima qualidade.

Tendo em vista que, para uma mesma areia e grosso material, o concreto mais resistente é o que contem maior percentagem de cimento por unidade de volume, e que para a mesma percentagem de cimento e o mesmo agregado, o concreto mais resistente é o feito com a combinação da areia e material grosso que der um producto de mais densidade, procurei determinar as proporções do concreto, de modo a obter uma mistura sufficien-

temente densa, resistente, tão impermeavel quanto possivel praticamente e de custo relativamente aceitavel, não esquecendo as condições locaes. Comquanto o methodo de proporcionar denominado dos **Vasios** não seja o mais scientifico, resolvemos utilizá-lo por nos parecer assás pratico e sufficientemente racional para o caso. Ora, uma vez que a experiencia mostra que o concreto mais denso é o mais resistente e que a pasta de cimento é menos densa do que a argamassa deste e ainda que esta é menos densa do que bem proporcionado concreto, segue-se que o concreto mais denso e mais resistente que póde ser feito com qq proporção de cimento e qq combinação de uma dada areia e agregado é aquelle em que a parte de cimento enche os vasios da areia e a argamassa enche os vasios do grosso agregado Por consequencia, para determinar as melhores proporções, tomar-se á a percentagem dos vasios na areia e na pedra e usar-se-á assás cimento para encher os vasios da pedra.

Entretanto, este methodo não dá resultados absolutamente seguros, porque a pasta de cimento, circumdando os grãos de areia, augmenta virtualmente o tamanho destes e em consequencia cresce o vasio, visto não existirem então pequenos grãos para occupar os interstícios entre os grandes; demais, a agua contida na pasta por sua tensão superficial mantem afastados os grãos de areia, determinando dessa fórma o augmento dos vasios. A experiencia mostra, além disto, que a mistura determinada como fizemos, cresce em volume, já quando se constitue a pasta, já principalmente, quando se ajunta esta ao grosso agregado.

Conhecido assim o methodo das proporções pelos vasios sob o ponto de vista de seu valor theorico, e pratico, passemos a fazer a sua applicação ao caso especial de que nos occupamos.

Sabemos que: $\frac{Da}{Pe} = Vr.$ em que Vr. = volume real; Da = densidade apparente e Pe = peso especifico para as substancias pulverulentas ou fragmentadas. Para a

areia de Quixeramobim, temos: $\frac{1.470}{2,70}$ 544 c3 volume real existente em um litro de areia.

1000 −544 será o vasio existente em um litro de areia sêcca.

Facil é agora determinar as proporções de argamassa; entretanto, torna-se necessario fazer certas considerações para fixarmos a proporção d'agua a empregar. Está experimentalmente provado que o volume de um concreto assentado, produsido com uma mistura muito molhada, é aproximadamente o mesmo que o de uma mistura plastica, por quanto todo o excesso d'agua é lançado para a superficie e expellido pelo assentamento dos materiaes solidos. O excesso d'agua é expellido e o concreto, depois de sentado, é denso e vitreo, sem nenhum vasio visivel

O volume do concreto fresco produsido por uma mistura de cimento e aggregado é igual á somma dos volumes das partes separadamente: cimento, areia e outros materiaes sêccos, a agua contida no aggregado e addicionada na mistura e o pequeno volume de ar arrastado entre as particulas. O volume de um concreto assentado não é apreciavelmente differente do que tem elle quando fresco, salvo no caso de uma mistura excessivamente molhada, porque uma porção d'agua é expellida.

Os volumes das particulas dos materiaes sêccos ou **volumes absolutos** não devem ser confundidos com os **volumes apparentes** determinados directamente pela médida.

Tratando-se do effeito da quantidade d'agua em relação á resistencia da argamassa ou concreto, sabe-se que esta depende principalmente da densidade resultante para o producto. Na alvenaria cyclopica, ha vantagens em se empregar um concreto mais molhado, isto é, mais fluido do que ordinariamente, a fim de que as grandes pedras, ao serem assentadas sobre uma camada de concreto, possam temer a existencia de vasios nesse leito. Igualmente, com um concreto convenientemente fluido mais facil se torna o enchimento dos espaços entre as

grandes pedras e mais segurança ha de que se não produsam espaços vasios na massa, tal como é para temer numa mistura pouco plastica.

Baseando-nos nestas considerações, vamos adoptar uma mistura mais fluida do que ordinariamente se usa, sem comtudo cairmos num excesso deploravel. Na «The Booton Dam», a mistura era tão fluida que as grandes pedras, em virtude de seu proprio peso, mergulhavam na massa do concreto.

Preferimos um meio termo e após diversas experiencias adoptamos 650c3 d'agua por kilog. de cimento.

O volume de um kilo de pasta será:

1000 x 0,330 x 650 = 980c3.

A quantidade de cimento necessario para um litro de argamassa será:

$$\frac{456}{980} \times 1000 = 466 \text{ grammas.}$$

A agua necessaria será

$$466 \times \frac{650}{1000} = 303 \text{ c3}$$

Como verificação ter-se-á:

$$\frac{1470}{2,70} + \frac{466}{3,03} + 303 = 1000$$

E, realmente, tem-se:

$$544 + 153 + 303 = 1000$$

que respectivamente representa os volumes reaes da areia, cimento e agua contidas num litro de argamassa.

Resulta dahi que a proporção dos elementos de argamassa, em volumes reaes, será 1:3,55 que praticamente poderemos reduzir a 1:3 do que resulta em volume apparente, a proporção 1 de cimento para 2 1/2 de areia, mui aproximadamente.

Admitte-se praticamente esta formula para o rendimento da pasta de cimento Portland (Boero): 544 = vol. real do cimento em um litro de argamassa, que nos interessa por causa das medidas a usar na confecção da argamassa.

Resta determinar a proporção de pedra:

O vasio que deverá ser occupado pela argamassa será:

$$1000 - \frac{128}{2{,}61} = 510\,c3$$

restando, pois, para pedra $\frac{1280}{2.61} = 490\,c3$

Em 510 c3 de argamassa se contêm: 298,0 c3 de areia, 84 c3 de cimento e 166 d'agua.

As proporções serão, pois, para um litro de argamassa, em volumes reaes: 78 de cimento; 277 de areia; 490 de pedra; 155 d'agua ou seja:

1:3,55:6,28:2

ou em volumes apparentes:

172: 507 1000: 155

ou seja, em relação a 1 de cimento:

1 : 2,9: 5,8 : 0,9

que adoptaremos praticamente como:

1 cimento; 2 1/2 areia: 5 pedra: 1 agua.

Isto posto, preciso é determinar a densidade do concreto, porque representa um factor preponderante na sua resistencia e custo e é o mais importante elemento affectando a sua permeabilidade.

Sabe se que a densidade de um concreto é representada pela relação entre os volumes das particulas solidas e o volume total da alvenaria. Donde se vê que a palavra densidade, neste caso, tem significação diversa da que tem em physica. O termo solidez, como pondera Ira Osborn, conviria melhor

Tomando as proporções determinadas, como vimos, isto é, em volumes reaes·

0,78 cimento: 2,77 areia: 4,90 pedra: 1,55 agua = 10,00

Constituimos um bloco de concreto que, medido fresco, apresentou um volume um pouco superior, devido ao ar arrastado; a differença para mais foi de 0,08.

Fazendo, pois, as relações com o volume total 10,08 vem:

$\frac{0,78}{10,08} = 0,0773$ cimento

$\frac{2,77}{10,08} = 0,2747$ areia

$\frac{4,90}{10,08} = 0,4864$ pedra

$\frac{1,55}{10,78} = 0,1537$ agua

$\frac{0,08}{10,08} = 0,0079$ ar

1.0000 = volume total

Dahi:

Densidade do concreto: $0,077+0,274+0,486 = 0,84$

Vasios : $0,153+0,008 = 0,16$

1.00

Passemos agora a determinar o peso de um metro cubico de alvenaria cyclopica empregada na barragem.

Em 1/m3 de alvenaria contém-se:

0,500 de pedras em grandes blocos 1.305 k.º

0,500 de concreto

cimento $= \frac{77+3,03}{2} = 116.6$

areia $= \frac{274+2,7}{2} = 369.9$

pedra $= \frac{486+2,6}{2} = 631.8$

1:183 k.º

1.305 k.º
1.183 «
2.488 peso de um metro cubico de alvenaria.

No calculo da estabilidade da barragem, entrámos com o numero 2,400, no que nenhum inconveniente poderá haver, senão em fazendo crescer de uma quantidade relativamente pequena, o cubo da alvenaria; mas, por outro lado, este pequeno excesso no custo da obra é sobejamente compensado com o accrescimo de estabilidade que resulta. Ora, quando se trata de construcções desta natureza, todos os bons autores recommendam que

se deve peccar por excesso de segurança antes que por outra qualquer falta.

Os paramentos serão de blocos regulares de concreto moldados conforme os desenhos do projecto. Como o nosso concreto vae ter um peso especifico muito elevado e uma resistencia que lhe será sensivelmente proporcional, não haverá a temer sobre o ponto de vista do trabalho elastico num e noutro paramento.

As juntas entre os blocos no paramento de montante serão cheias de uma argamassa mais rica em cimento (1.1) de modo a assegurar uma estanqueidade tão perfeita quanto possivel. Nenhuma pedra sobre cuja integridade haja duvida poderá ser utilisada na construcção da barragem. Antes de ser empregada, cada pedra será cuidadosamente observada, lavada e expurgada de qualquer material estranho, por ventura adherente ás suas superficies.

Torre de tomada d'agua e galeria de descarga.

A torre de tomada d'agua ficará completamente independente da barragem, situada em um ponto assás conveniente, 30 metros a montante desta, sobre o morro, á direita. Uma ponte metalica de um só vão (V. desenho) permittirá a communicação com o coroamento da barragem. Em plano a torre terá a fórma de hetagono regular. Nas tres faces da metade anterior, ficarão as comportas respectivamente situadas a 27, a 28 e a 9 metros de profundidade. Sobre o poço central semi-cilindrico, ficarão as duas comportas de segurança, fechando uma secção de vasão de 2,2 metros quadrados. A comporta inferior, cuja soleira ficará á cota 188, terá como dimensões .... 1,76 x 1,56. Fechará um vão de 2,24 metros quadrados e permittirá a vasão minima de 5.600 litros por segundo. As duas outras comportas terão as dimensões de 1 x 1,20.

Todas essas comportas serão de fonte, protegidas com uma ligeira camada de bronze, taes como as comportas do reservatorio do Rooseveldt.

Os apparelhos de manobra permittirão a suspensão lenta com o esforço de dois operarios simultaneamente

sobre as manivelas (V. os detalhes no desenho). A galeria será em tunel recto e passará sob a barragem com a qual não terá nenhuma ligação. Será toda aberta na rocha viva, terá 170 metros de comprimento e uma secção recta de 7 metros quadrados. A montante terminará na torre de tomada d'agua. Em face da comporta principal, haverá um dispositivo especial que permittirá impedir, por meio de telas, a saida do peixe, ou regulá-la convenientemente. A alvenaria da torre será—concreto.

Sangradouro.

Ficará situado por trás do morro, á esquerda da barragem, em logar apropriado. A sua soleira, que medirá 300 metros de comprimento, ficará á cota 212, de sorte que a **revanche** da barragem será de tres metros. Para permittir a horisontalidade do sangradouro em tão grande extensão será necessario construir, na parte mais baixa, uma barragem vertedouro e abrir duas explanadas lateraes (V. os detalhes no desenho). Empregar-se á nessa barragem a alvenaria cyclopica com a mesma composição da barragem principal. Os paramentos serão de blocos de concreto convenientemente amarrados. O volume total das alvenarias foi avaliado em 17.400 metros cubicos.

Calculo do Sangradouro. E' facil verificar que a largura dada á soleira do sangradouro é razoavel, senão um pouco excessiva; mas devemos lembrar-nos de que, tratando-se de obras dessa natureza, todo excesso criterioso de segurança é plenamente admissivel. De facto, applicando a formula dos sangradouros: $Q = 1{,}77\ L\ h\ h$, em que: $L = 300$ e $h = 1$ achamos: $Q = 531$ metros cubicos por segundo. Ora, tal vasão permittirá o escoamento de 1.911.000 metros cubicos por hora ou sejam quasi 46.000.000 em um dia, isto é, mais de 4 vezes superior á vasão normal

Notemos que, sendo a **revanche** da barragem de 3 metros, h poderá crescer e mesmo attingir a 2^m sem inconvenientes, isto é, poderá dar vasão a

$$Q = 1.77 \times 300 \times \sqrt{2}\quad Q = 1470\ ^{m3}$$ por segundo.

Bibliographia.

E. L. Harrison.	Informações
Halbert P. Gillette.	Hand book of Cost dat
Ira Osborn Baker	A treatise on Masony Construction edition
Edward Wegmann	The design and Construction of dams
J. Boero.	Fabrication et employ des chaux hydrauliques et des ciments.
Herber M. Wilson	Irrigation ingineering
F. H. Newell	Theirt annual report of the reclamation service
Taylor and Thompson . . .	Complete plain and reinforcede
Gillette and Hill	Concrete Construction
Falk.	Ciment mortars and concrete
Raid	Concrete and reinforcede concrete construction.

Fortaleza, Julho de 1912.

THOMAZ POMPEU DE SOUZA BRASIL SOBRINHO,

Chefe da 1.ª Secção.